

И. П. БЕРДИНСКИХ и М. А. КУЗНЕЦОВ

ПРОИЗВОДСТВО ДЕРЕВЯННЫХ САМОЛЕТОВ

Опечатки

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть	По чьей вине
18	табл. 2, заголовок, последняя графа	кгм/см^2	кгм/см^3	тип.

Бердинских и Кузнецов. Производство деревянных самолетов.

Зак. 1137

ОБОРОНГИЗ НКАП
ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ АВИАЦИОННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
Москва 1945

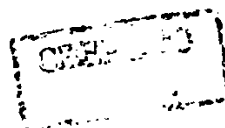
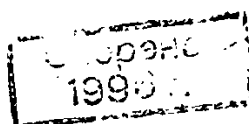
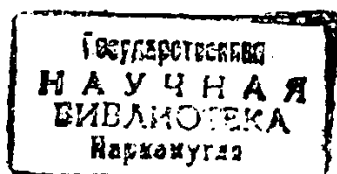
ПРОВЕРКА
КМГНБ1943

Книга предназначена для инженеров и техников, а также для работников заводских лабораторий, технологических и конструкторских отделов на заводах, производящих деревянные и смешанные самолеты.

В книге описано строение древесины, технические свойства древесных материалов, технологические процессы обработки древесины, изготовления деталей и сборки агрегатов самолета.

Большое внимание уделено рациональному раскрою древесных материалов, оборудованию и станкам, применяемым для механической обработки древесины, изготовления деталей и сборки агрегатов.

Технология раскроя древесных материалов, изготовления деталей и сборки агрегатов самолета описана с ориентировкой на поточный метод производства и отражает опыт передовых самолетных заводов Союза.



ПРЕДИСЛОВИЕ

Широкое применение древесины в самолетостроении давно уже требовало появления достаточно полного руководства по изготовлению деталей и агрегатов деревянных самолетов.

Авторы настоящей книги задались целью осветить все стороны производства деревянных самолетов, начиная с древесных материалов и кончая технологией лакокрасочных покрытий готовых агрегатов.

Из древесных материалов подробнее описаны те, которые находят наибольшее применение в самолетостроении, причем, чтобы не загружать книгу излишними сведениями, охарактеризованы только те свойства, которые в первую очередь интересуют самолетостроителя.

Для правильного использования инструментов и станков при механической обработке древесины в книгу включены основные сведения по теории резания древесины. При описании деревообрабатывающих станков рассмотрены только те из них, которые получили широкое применение в самолетостроении, причем приведены принципиальные схемы и характеристики одного-двух станков каждой группы. Описана также наладка станков, обеспечивающая их нормальную работу.

В главе «Склейка древесных материалов» приведены характеристики не только применяемых сейчас в самолетостроении клеев (казеинового и смоляных), но также карбинольного и карбамидных клеев, так как в ближайшее время эти клеи могут найти широкое применение.

Методы выклейки обшивок из шпона описаны в той последовательности, в какой они применялись, начиная с гвоздевого метода и кончая методом котловой выклейки.

Так как подогрев, резко уменьшающий цикл производства изделий, является в настоящее время составной частью технологического процесса при изготовлении подавляющего большинства клееных заготовок, деталей и агрегатов, то авторы уделили много места описанию различных способов подогрева, причем более подробно рассмотрен контактный электроподогрев как основной способ подогрева при производстве деревянных агрегатов самолета.

Технология изготовления деталей и сборки агрегатов самолета описана в соответствии с поточным методом производства и с учетом взаимозаменяемости, т. е. на основе передовой техники самолетострое-

ния. В книге описан также впервые применяемый в производстве блочный способ изготовления элементарных и узловых деталей.

При рассмотрении сборки агрегатов особое внимание уделено расчлененной сборке как наиболее эффективной и зарекомендовавшей себя при производстве самолетов.

Технология нанесения лакокрасочных покрытий описана в соответствии с действующими инструкциями, причем рассмотрены принципы механизированной окраски и описаны конвейерные тележки для окраски консоли крыла.

При поточном методе производства самолетов и при конвейерной сборке основных агрегатов транспортные операции тесно переплетаются с технологическими и поэтому хорошее знание внутризаводского транспорта обязательно для руководящего заводского работника. По этим соображениям авторы ввели в книгу главу «Внутризаводский транспорт», в которой кратко описаны применяемые в самолетостроении способы междеховой и внутридеховой транспортировки материалов, деталей и агрегатов.

При составлении настоящей книги охвачен очень большой круг вопросов, причем по многим разделам приходилось использовать разрозненные материалы в виде производственных инструкций, отчетов, журнальных статей и часто брать материал непосредственно с производственных участков. Подобная работа выходит впервые и, возможно, не лишена недостатков. Все замечания читателей будут приняты авторами с благодарностью.

ГЛАВА I

ДРЕВЕСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В САМОЛЕТОСТРОЕНИИ

1. ПРИМЕНЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ В САМОЛЕТОСТРОЕНИИ

В первый период развития самолетостроения древесина была основным конструкционным материалом и из нее изготовлялись почти все силовые детали. Впоследствии, особенно в связи с появлением многомоторных самолетов, древесина стала вытесняться новыми конструкционными материалами — дуралюмином, качественными сталями и др. Но несмотря на широкое использование этих материалов, потребление древесины в самолетостроении увеличивается с каждым годом.

В настоящее время древесина успешно конкурирует с другими материалами при изготовлении малых и средних самолетов. Широкое применение древесины в самолетостроении объясняется следующими основными ее преимуществами: 1) высокая прочность, 2) малый объемный вес, 3) простота обработки, 4) высокие упругие свойства, 5) дешевизна.

Наиболее широко применяется в самолетостроении: сосна. В качестве заменителей сосны с успехом могут применяться ель обыкновенная, ель аянская (ДВК) и пихта кавказская (Кавказ). Хотя механические качества древесины этих пород несколько ниже, чем у сосны, но удельная прочность почти одинакова.

Из лиственных пород наибольшее применение в самолетостроении имеют ясень обыкновенный и дуб. В качестве заменителей ясеня и дуба используются бук (Кавказ), ясень манчжурский (ДВК) и лиственница.

С целью лучшего использования древесины нужно древесину повышенного и нормального качества применять только для изготовления силовых деталей, а все несиловые и малонагруженные детали изготавливать из древесины с пониженными механическими качествами.

Для сравнения применяемых в самолетостроении конструкционных материалов в табл. I приведена их удельная прочность.

Таблица I

Удельная прочность конструкционных материалов

Удельная прочность	Материалы											
	сосна	ясень	дуб	ель обыкновенная	лиственница	пихта кавказская	фанера	дуралюмин	электрон	углеродистая сталь	сталь марки 30ХГСА	сталь марки 30ХМА
На растяжение	18,4	17,8	16,4	18,4	15,7	18,8	9,4	14,0	18,0	6,4	18,5	17,8
На сжатие	7,4	6,2	6,3	7,5	6,8	8,5	—	14,0	18,0	6,4	18,5	17,8

Из этой таблицы видно, что по удельной прочности древесина уступает только специальным сталям, электрону и дуралюмину (на сжатие).

Наряду с преимуществами древесина имеет и следующие основные недостатки: 1) неоднородность строения, 2) гигроскопичность, 3) способность загнивать при определенных условиях.

Для уменьшения гигроскопичности и склонности к загниванию древесину подвергают камерной сушке и антисептированию, а также наносят на нее лакокрасочные покрытия.

За последние годы для уменьшения или устранения недостатков древесины разработаны и освоены методы ее облагораживания. В самолетостроении в основном применяют древесину, облагороженную путем пропитки шпона при высоких температурах и давлениях фенольно- или крезольноформальдегидными смолами. Освоение массового производства бакелитовой фанеры и древесных пластиков позволило снова значительно расширить использование древесины в самолетостроении, и за последние годы появился ряд прекрасных деревянных самолетов, например известные истребители Лавочкина и Яковлева.

Можно с полным основанием утверждать, что в дальнейшем применение древесины для изготовления самолетов еще более расширится ввиду наличия громадных запасов древесины в СССР и в связи с разработкой методов получения из нее безукоризненного конструкционного легко обрабатываемого материала.

2. СТРОЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ И КОРЫ

Дерево любой породы состоит из корней, ствола, ветвей и листьев (хвои). Древесина как материал для производства получается из ствола, который составляет 50—90% объема всего дерева. В дальнейшем, говоря о древесине, будем иметь в виду именно древесину ствола.

Ствол дерева выполняет следующие функции:

- 1) проводит воду от корней к листьям;
- 2) отводит запасы органических питательных веществ, выработанных листьями, вниз;
- 3) держит тяжесть кроны;
- 4) сохраняет запасы питательных веществ.

Эти функции ствола и определяют его достоинства и недостатки как конструкционного материала. Так, например, многие миллионы лет специальные клетки древесины ствола тренировались в поддержании кроны и в сопротивлении ветрам, стремящимся согнуть дерево. В результате такой длительной тренировки и выработались прекрасные прочностные качества древесины ствола. С другой стороны, нахождение в древесине ствола значительных запасов питательных веществ определяет склонность древесины к загниванию и т. д.

Ствол состоит из сердцевины, древесины, камбия и коры.

Сердцевина находится в центре ствола и состоит из тонкостенных паренхимных клеток, образующих рыхлую ткань. К сердцевине прилежит первичная древесина, т. е. древесина, образовавшаяся в первый год существования побега. Сердцевина и первичная древесина образуют сердцевинную трубку, которая у хвойных пород в сечении имеет форму круга, у дуба — звезды, у ольхи — треугольника, у ясеня четырехугольника и т. д. Диаметр сердцевинной трубки около 3—6 мм.

Сердцевина обладает низкими механическими качествами и подлежит удалению при заготовке брусков и планок для самолетного завода.

Древесина. Вследствие неоднородности древесины в различных направлениях изучать ее строение следует в трех взаимно перпендикулярных разрезах ствола (фиг. 1).

Разрез, перпендикулярный к оси ствола, называется торцевым или поперечным; разрез, проходящий через сердцевину, называется радиальным; разрез, перпендикулярный торцевому, проведенный по касательной к годичному слою, называется тангентальным разрезом.

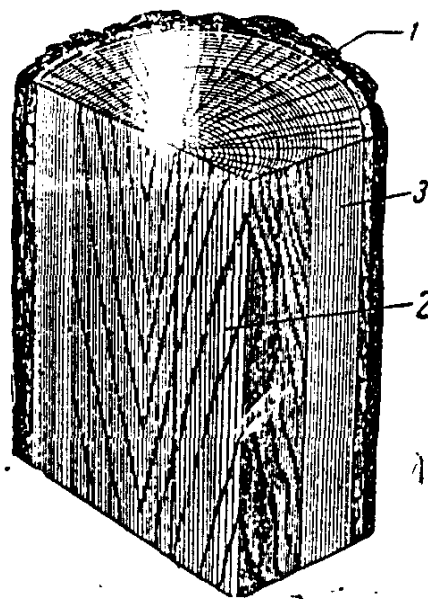
На поперечном разрезе ствола видно, что древесина состоит из годичных слоев, концентрически расположенных вокруг сердцевины, и из сердцевинных лучей, идущих по радиусам—из коры в древесину (фиг. 2).

У многих пород более старая древесина, расположенная непосредственно у сердцевинной трубки, имеет более темную окраску и называется ядром. Древесина, находящаяся между ядром и корой, имеет светлую окраску и называется заболонью или оболонью.

Годичные слои видны на поперечном разрезе ствола как концентрические кольца вокруг сердцевины, на радиальном разрезе—как продольные линии, а на тангентальном разрезе—как параболические кривые или извилистые линии (фиг. 3). У древесных пород, растущих в наших широтах, годичный слой образуется в течение одного года.

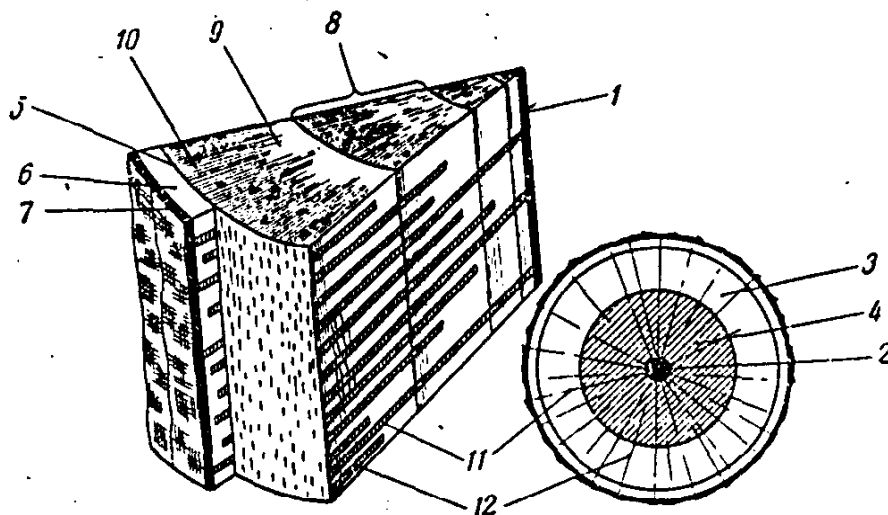
Годичное кольцо состоит из двух слоев:

- 1) внутреннего, расположенного ближе к центру; он образуется весной и в начале лета и называется ранней или весенней древесиной;
- 2) наружного, расположенного ближе к камбию; он образуется к концу лета (июль-август) и называется поздней или летней древесиной.



Фиг. 1. Три плоскости разрезов древесины.

1—торцевой разрез; 2—радиальный; 3—тангентальный.



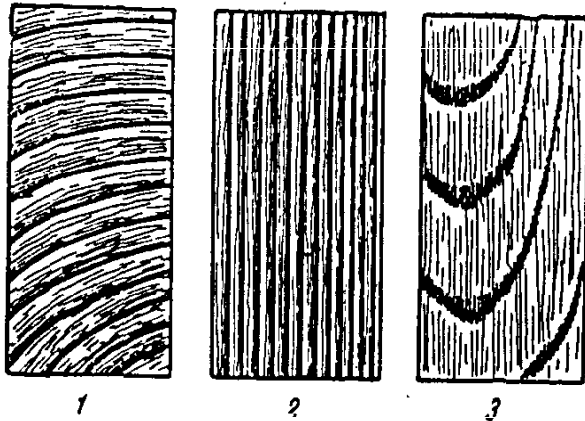
Фиг. 2. Строение древесины.

1—серцевина; 2—серцевинная трубка; 3—заболонь; 4—ядро; 5—камбий; 6—луб; 7—пробковая ткань; 8—годичный слой; 9—ранняя древесина; 10—поздняя древесина; 11—первичный сердцевинный луч; 12—вторичный сердцевинный луч.

Ранняя древесина состоит из тонкостенных и широкополостных клеток, обладающих меньшей плотностью и крепостью; поздняя древесина более плотная и обладает более высокими механическими свойствами.

Чем больше процент поздней древесины в годичных кольцах и уже (до известного предела) сами годичные слои, тем выше механические качества древесины. Технические условия на авиационную древесину требуют, чтобы в одном погонном сантиметре было от 3 до 25 годичных слоев и не менее 10—20% поздней древесины (в зависимости от породы).

Сердцевинные лучи служат для прохода воды, воздуха и выработанных деревом органических веществ в поперечном направлении по стволу. На поперечном разрезе ствола эти лучи заметны в виде узких радиальных полосок (фиг. 2), на радиальном разрезе — в виде светлых, блестящих или темных полосок и на тангентальном разрезе — в виде темных штрихов или в виде чечевицеобразных полосок, расположенных вдоль волокон древесины (фиг. 2).



Фиг. 3. Годичные слои.

1—на торцевом разрезе; 2—радиальном; 3—тангентальном.

Лучи, идущие от коры до сердцевины, называются первичными, а лучи, не достигающие до сердцевины, называются вторичными.

Сердцевинные лучи состоят из толкостенных клеток и наличие их понижает механические качества древесины.

Заболонь, ядро и спелая древесина. Все древесные породы можно разделить на следующие четыре категории:

- 1) Ядровые породы — дуб, сосна, кедр, лиственница и др.;
- 2) породы со спелой древесиной — бук, липа, ель, пихта кавказская и др.;
- 3) заболонные породы — береза, осина, ольха, граб, клен и др.;
- 4) породы с ядром и спелой древесиной — ясень, можжевельник и др.

Оболонными или заболонными породами называют такие, у которых нельзя заметить существенной разницы между наружными и внутренними слоями древесины ни по цвету, ни по содержанию влаги.

Породы со спелой древесиной имеют в центральной части ствола древесину более сухую, чем в периферической. Эта центральная более сухая часть ствола и называется спелой древесиной. Остальная часть древесины называется заболонью или оболонью.

У ядровых пород центральная часть древесины, имеющая более темную окраску, чем остальная древесина, образует так называемое ядро. Древесина ядра вследствие закупорки сосудов и трахей дубильными и ядерными веществами малопроницаема для воды и воздуха, а поэтому более устойчива против повреждения грибами и обладает, кроме того, повышенными механическими качествами. Особую ценность эти качества ядровой древесины представляют при изготовлении деталей, соприкасающихся с водой или находящихся в условиях повышенной влажности, например лодок и поплавков у гидросамолетов, так как такая древесина менее гигроскопична.

Заболонь у растущего дерева служит для проведения воды от корней к листьям. В заболони же отлагаются и питательные вещества. Механические качества заболони несколько ниже, чем у ядровой древесины, а гигроскопичность ее выше.

Вне зависимости от породы дерева древесина состоит из различных типов клеток, сросшихся между собой. В каждой клетке различают оболочку и внутреннюю полость, заполненную протоплазмой, в которой заключено ядро. Оболочка клетки состоит из целлюлозы, с возрастом подвергающейся одревеснению в результате выделения особого вещества — лигнина.

Полость живых клеток заполнена протоплазмой, заключающей ядро и ряд неживых включений — зерна крахмала, масла, кристаллы и т. д. По мере отмирания клеток ядро и протоплазма исчезают, оболочка клетки подвергается одревеснению, а полость заполняется водой и воздухом. Древесина состоит из двух основных типов клеток: паренхимных и прозенхимных.

Паренхимные клетки — это клетки многогранной или округлой формы. Все три измерения их почти одинаковы. Размеры таких клеток в среднем от 0,01 до 0,1 мм при такой же почти высоте. Это живые клетки, в которых откладываются запасные питательные вещества (крахмал, масло и др.). Они имеют тонкую оболочку и большие полости, а поэтому механически непрочны. Паренхимные клетки образуют древесную паренхиму, которая у хвойных пород занимает около 1% и у лиственных пород от 2 до 15% объема всей древесины.

Прозенхимные клетки имеют вид длинных волокон с заостренными концами. В сечении они имеют округлую, четырехугольную и многоугольную форму. Оболочка таких клеток толстая, а полость весьма небольшая. Эти клетки по преимуществу отмершие и оболочка их одревеснела. Именно эти клетки придают древесине механическую прочность и являются наиболее распространенными клетками древесины. Размеры прозенхимных клеток у древесины разных пород различны; по диаметру они колеблются от 0,01 до 0,03 мм и по длине от 1 до 3 мм.

Камбий. Между корой и древесиной у растущего дерева расположено узкое, невидимое простым глазом кольцо камбия, состоящее из живых клеток, которые ежегодно делятся и откладывают в сторону заболони клетки древесины, а к наружным слоям — клетки коры, причем клеток древесины откладывается в десять раз больше, чем клеток коры.

Кора ствола у взрослых деревьев разделяется на три части: луб, расположенный непосредственно за камбием, феллодерма и пробковый слой.

По лубу проходят вниз органические вещества, выработанные листьями. В лубе расположены так называемые лубяные лучи, являющиеся продолжением древесных лучей; по этим лучам питательные вещества из луба проникают в древесину.

Феллодерма состоит из лубяной паренхимы и из клеток с одревесневшими стенками. В лубяной паренхиме хранятся питательные вещества, а клетки с одревесневшими стенками служат для механической защиты дерева.

Пробковая ткань является основным элементом защиты дерева от высыхания, холода и механических повреждений. Эта ткань образует внешнюю поверхность ствола. На ней имеются небольшие рыхлые участки, называемые чечевичками. Чечевички служат для вентиляции.

3. ПОРОКИ ДРЕВЕСИНЫ

Древесина может портиться на корню (во время роста дерева), при хранении на складах и при механической обработке. Причиной порчи древесины во время роста дерева и во время ее хранения явля-

ются вредители (насекомые и грибы) и неблагоприятные метеорологические условия.

Повреждения, возникающие в растущем дереве и при хранении древесины на складах, называются пороками древесины. Повреждения же древесины во время ее механической обработки называются дефектами древесины.

Для грамотного раскроя древесины и для рационального ее использования необходимо всем техникам и рабочим хорошо знать — уметь определять и учитывать — пороки и дефекты древесины.

Все пороки древесины можно разделить на следующие:

1) пороки непаразитарного происхождения, образующиеся во время роста дерева под влиянием метеорологических и других факторов;

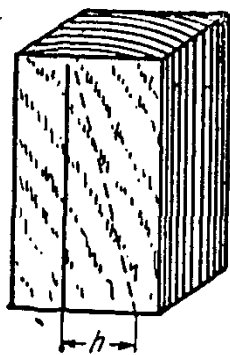
2) пороки паразитарного — грибного, бактериального или иного происхождения.

Пороки непаразитарного происхождения — пороки строения древесины и не сопровождаются ее разрушением. Пороки же паразитарного происхождения всегда связаны с повреждением и разрушением самой древесины. Характер и размер допускаемых пороков и дефектов в идущей на производство древесине регламентируются соответствующими ОСТ, поэтому здесь мы лишь кратко опишем основные и допускаемые в известных пределах в авиационном производстве пороки древесины и причины их образования.

Пороки строения древесины и дефекты

Ройки — это углубления в комлевой части дерева, возникающие в результате образования корневых наплывов. Ройки часто встречаются в древесине сосны. Глубина роек измеряется в долях диаметра кряжа в месте их нахождения.

Косослой характеризуется отклонением направления древесных волокон от оси ствола. При сильно выраженном косослое волокна располагаются по спирали. У растущих деревьев косослой обнаруживается по спирально идущим трещинам коры, а на ошкуренных кряжах и бревнах — по спиральным трещинам верхних годовичных слоев древесины. В пиломатериалах и на деталях косослой обнаруживается по ясно видимому направлению древесных волокон на тангентальной поверхности.



Фиг. 4. Образец для измерения косослоя.

Измеряют косослой чаще всего величиной отклонения волокна от оси ствола, выраженной в процентах на единицу длины материала, или непосредственно по тангентальной поверхности, или при помощи специального образца. Такой образец (фиг. 4) представляет собой дощечку длиной 250 мм, толщиной 10—15 мм и шириной до 60 мм, причем тангентальная поверхность должна приходиться на широкую сторону образца. На торце образца в радиальном направлении проводят линию, от концов которой на обеих сторонах широкой поверхности наносят параллельно оси образца продольные линии. Затем раскалывают образец по линии, проведенной на торце. Отклонение раскола от продольных линий измеряют на обеих сторонах образца и по средней величине отклонения h определяют косослой по формуле

$$a = \frac{h}{l} \cdot 100\%$$

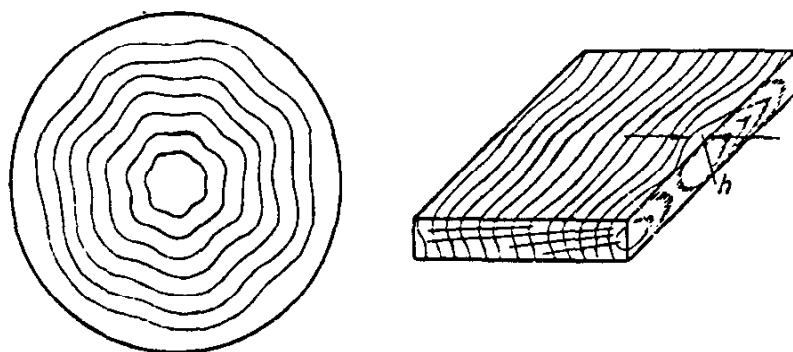
где h — отклонение волокон в см;

l — длина, к которой относится отклонение, в см.

Косослой снижает механические качества древесины, увеличивает ее коробление и растрескивание и является причиной перерезания волокон при раскрое. Поэтому косослойная древесина применяется в самолетостроении с ограничениями.

Сучки — наиболее часто встречающийся порок древесины. Сучки уменьшают упругость, гибкость и крепость древесины. Особенно опасны они в деталях, воспринимающих динамические нагрузки. В авиационных крыжах, пиломатериалах и деталях сучки допускаются с большими ограничениями и то только абсолютно здоровые, сросшиеся или выпадающие.

Степень сучковатости определяется количеством сучков, их размерами, расположением, состоянием древесины сучков и их связанностью с древесиной.



Фиг. 5. Волнообразное строение годичных слоев.

h — стрела наибольшего прогиба годичных слоев.

Размеры сучков обычно определяют величиной их наибольшего диаметра или полусуммой наибольшего и наименьшего диаметров сучка.

Кремни и крень встречаются у хвойных пород, главным образом у ели. Образуется крень вследствие искривления стволов под действием ветра или снега, а также под влиянием почвенных и других факторов.

Крелевая древесина широкоослойная, с сильно развитой поздней древесиной и краснобурой окраской. Ширина годичного слоя в крелевой древесине в 2,5 раза, а в отдельных случаях и 5 раз больше, чем в нормальной, в результате сильного развития поздней древесины. Крелевая древесина имеет повышенный объемный вес, твердость и повышенное сопротивление сжатию и статическому изгибу, но плохо работает на растяжение и динамический изгиб.

Крень нарушает однородность древесины и вызывает сильное коробление в поперечном и продольном направлениях, а потому в авиационных деталях допускается с большими ограничениями. Измеряется крень процентом ее от площади поперечного сечения.

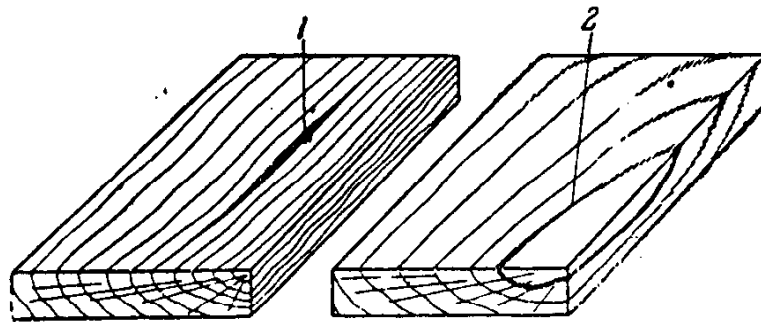
Кривизна образуется вследствие неправильных условий роста дерева, тяги его к свету и т. д. Кривизна является существенным пороком и допускается только односторонняя со стрелой прогиба до 1,5% для хвойных пород и 2,0% для лиственных пород.

Волнистость или волнообразное строение годичных слоев (фиг. 5) измеряется стрелой наибольшего прогиба годичных слоев (в миллиметрах) на радиальной или близкой к ней поверхности. Волнистость вызывает частичное перерезание годичных слоев и повышенное коробление древесины.

Серница представляет собой заполненную серой полость между годичными слоями (фиг. 6). Серница, выходящая на обе поверхности

детали или планки, называется двухсторонней, а расположенная только на одной поверхности и не выходящая на кромку — односторонней.

Серница встречается только в древесине хвойных пород и измеряется по длине, ширине, а иногда и глубине. Обычно она располагается в заболони вблизи границы между ядром и заболонью. В за-

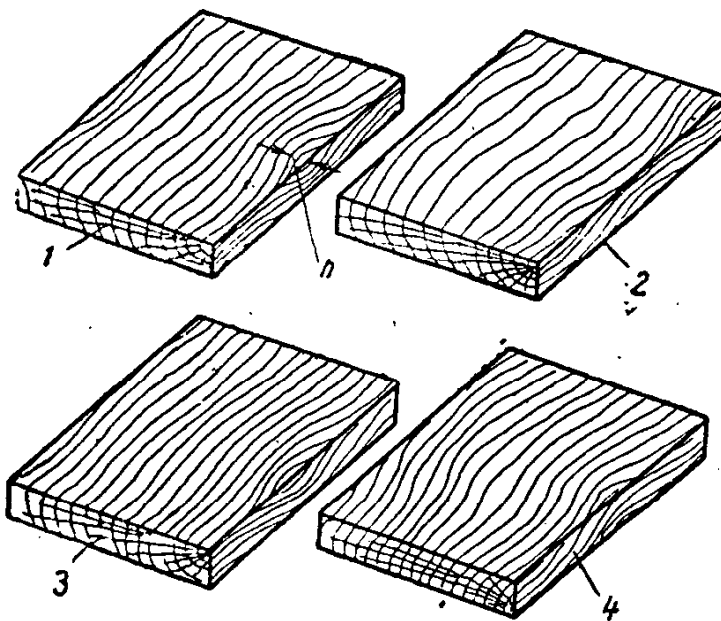


Фиг. 6. Серница.

1 — односторонняя; 2 — двухсторонняя.

готовках, идущих в склейку, серница — нежелательный порок, а в усовых соединениях совсем не допускается.

Завитки — так называют местные искривления годичных слоев на боковых поверхностях пиломатериала, получающиеся в растущем дереве при зарастании сучков (фиг. 7). Завитки бывают сквозные, про-



Фиг. 7. Завитки.

1 — несквозной односторонний; 2 — несквозной двухсторонний;
3 — сквозной односторонний; 4 — сквозной двухсторонний.

ходящие через всю толщину заготовки; несквозные, расположенные в пределах половины толщины заготовки; односторонние, выходящие на одну кромку заготовки; двухсторонние, выходящие на обе кромки.

Завитки являются пороком потому, что вызывают перерезание годичных слоев. Размер завитка характеризуется шириной перерезания годичных слоев, измеренной от кромки заготовки до верхней точки последнего перерезанного слоя.

Ширину h перерезания годичных слоев

(фиг. 7) измеряют на той части заготовки, где завиток более резко выражен, и величину завитка определяют по формуле

$$n = \frac{h}{b} \cdot 100,$$

где n — величина завитка в %;

h — ширина перерезания годичных слоев в мм;

b — ширина заготовки в мм.

Перерезание годичных слоев бывает сплошное, когда слои перерезаются по всей длине заготовки, и местное, когда слои

перерезаются лишь на отдельных участках по длине заготовки (фиг. 8). Сплошное перерезание обычно является результатом неправильного раскроя брусков и досок на заготовки.

Перерезание годичных слоев измеряют на боковой поверхности отклонением h слоев от кромки заготовки и выражают в процентах от длины l , к которой относится замеренное отклонение; подсчет ведут по формуле

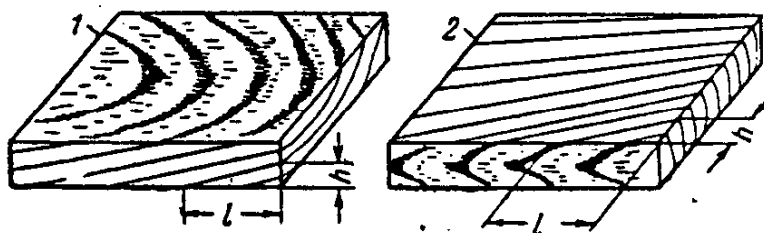
$$n = \frac{h}{l} \cdot 100,$$

где n — величина перерезания в %;

h — ширина перерезания годичных слоев, в мм;

l — длина, на которой перерезаны годичные слои, в мм.

Перерезание годичных слоев понижает механические качества древесины и в особенности сопротивляемость ее ударным нагрузкам и



Фиг. 8. Перерезание годичных слоев.

1—сплошное; 2—местное.

изгибу. В авиационных заготовках допускается сплошное перерезание годичных слоев не более 4% и местное перерезание не более 5%.

Трещины хотя и не сопровождаются разрушением древесины, но их наличие является существенным пороком, так как они уменьшают выход заготовок и деталей из кряжа, доски и бруска, снижают крепость древесины, портят поверхность и способствуют заражению древесины грибковыми спорами, которые через трещины попадают на обнаженные части древесины.

По месту нахождения и причинам образования различают следующие трещины:

1. Периферические или морозобойные трещины, образовавшиеся в результате резких колебаний температуры зимой.

При сильном понижении температуры объем наружных слоев древесины значительно уменьшается, тогда как объем внутренних слоев мало изменяется вследствие малой теплопроводности древесины. Поэтому в наружных слоях возникают большие напряжения, которые разрывают волокна. Весной трещина закрывается и обрастает годичным слоем древесины, причем этот слой у трещины получает местное расширение вследствие раздражения прилегающих к ней клеток.

В том случае, если резких колебаний температур в следующую зиму не повторяется, трещина может зарости и обнаруживается только на поперечном разрезе дерева. Но под влиянием сильных морозов, трещина часто раскрывается несколько лет подряд, вследствие чего образуется открытая трещина.

Морозобойные трещины являются существенным пороком древесины, тем более, что они часто сопровождаются ее загниванием.

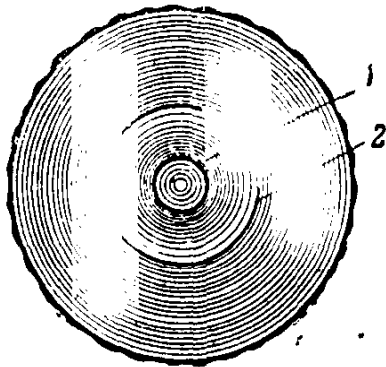
2. Сердцевинные трещины, причины возникновения которых точно не установлены. Предполагают, что они образуются вследствие усыхания центральной части ствола или раскачивания дерева ветром, или от удара дерева о землю при валке.

По протяженности различают два рода трещин:

а) не поднимающиеся высоко по стволу и выходящие при разделке хлыста в комлевой конец сортимента; такие трещины называют ветренницами;

б) простирающиеся по всей длине ствола и выходящие при разделке хлыста в оба торца сортимента; такие трещины называют метиками.

3. Отлуп, или трещины между годичными слоями (фиг. 9), образуется вследствие усыхания центральной части ствола и от действия переменной температуры. Различают полный отлуп, когда трещина на торце образует замкнутую окружность, и неполный, когда трещина на торце не образует полной окружности. Полный отлуп обычно встречается около сердцевинной трубки, где рыхлая ткань легко усыхает.



Фиг. 9. Отлуп.
1—полный; 2—неполный.

Пороки паразитарного происхождения

Наиболее опасными разрушителями древесины являются грибы. Размножаются грибы при помощи деления мицелия (грибницы) и посредством спор, образующихся в плодовых телах. Развиваясь на растущих деревьях, грибы нарушают нормальное течение жизненных процессов и часто служат причиной засыхания дерева на корню.

На срубленной древесине грибы размножаются при определенных температуре и влажности. Нормальный рост грибов наблюдается при температуре от 10 до 35° и при влажности древесины от 25 до 150%. При хранении древесины нужно создавать такие условия, в которых грибы не могли бы развиваться.

Большинство грибов питается стенками и содержимым клеток древесины, постепенно разрушая ее и превращая в труху. Некоторые же грибы (синевы, плесень и др.) питаются только содержимым клеток, не разрушая их стенок. Наличие таких грибов ослабляет древесину, но не понижает значительно ее механических качеств.

В авиационной древесине раньше не допускалось вообще наличия грибных заболеваний, понижающих ее механические качества. Лишь в последние годы, в связи с трудностями военного времени, стали допускаться отдельные небольшие пятна синевы и легко сметаемая плесень.

Синевы чаще всего вызывается сумчатыми грибами из семейства *Ceratostomaceae*. Эти грибы могут развиваться при температуре от 8 до 35° и влажности древесины от 22 до 163%. Оптимальными условиями для роста синевы являются температура 20—25° и влажность древесины 33—82%.

Грязносинюю окраску древесине придает грибница гриба, или пигмент, выделяемый гифами. Грибы синевы питаются содержимым клеток, сахаром и белками, не трогая стенок клеток. Многочисленными исследованиями установлено, что зараженная синевой древесина хвойных пород не изменяет своих физических свойств и механических качеств.

Плесень чаще всего появляется на сплавном лесоматериале. Вызывается она обычно грибами *Penicillium* *Fusarium*, но может возникать и в результате поражения древесины некоторыми другими грибами.

Плесень проявляется в виде зеленого, серого или розового налетов и поражает древесину только с поверхности.

Поступившую на авиационный завод зараженную синевой или плесенью древесину немедленно следует стерилизовать в сушильных камерах. Стерилизация при температуре воздуха 80° и относительной влажности 100% убивает грибы всех вредителей леса.

После стерилизации древесину высушивают до 7—10% влажности и передают в склад сухого леса или в производство. Хранить древесину следует в хорошо вентилируемом складе, где условия хранения должны обеспечивать равновесную влажность древесины в пределах 7—10%.

Для предохранения древесины от заражения во время хранения следует ежегодно двукратно промазывать ее 0,2%-ным раствором этилмеркурфосфата в этиловом спирте. Для лучшей сохранности деревянные детали самолета покрывают смоляным или иным защитным лаком. Смоляной лак хорошо предохраняет древесину от увлажнения, а следовательно, и от поражения грибами. Отдельные пятна грибного происхождения на деталях следует антисептировать методом компрессов, пропитывая древесину в пораженных участках одним из следующих растворов:

1) 2%-ным раствором оксидифенила в ацетоне или в этиловом спирте;

2) 0,2%-ным раствором этилмеркурфосфата в этиловом спирте.

4. ХАРАКТЕРИСТИКА ДРЕВЕСИНЫ ОСНОВНЫХ ПОРОД, ПРИМЕНЯЕМЫХ В САМОЛЕТОСТРОЕНИИ

По внешним признакам и по строению древесины все древесные породы разделяются на хвойные и лиственные.

Хвойные породы

У хвойных пород годовичные слои ясно видны на всех разрезах вследствие более темного цвета поздней древесины. Проводящих сосудов нет и их роль выполняют особые клетки, называемые трахеидами. Сердцевинные лучи простым глазом не видны. Древесина большинства пород (сосна, лиственница, кедр и др.) имеет смоляные ходы, которые на торцевом разрезе видны в виде светлых точек, а на радиальном и тангентальном — в виде темных черточек.

Из хвойных пород в самолетостроении применяются сосна, ель, кавказская пихта и сибирская лиственница.

Сосна относится к группе ядровых пород, имеет ядро буровато-красного цвета и заболонь желтовато-белого цвета. Ранняя часть годовичного слоя светлая, поздняя часть более темного цвета. Сердцевинные лучи ни на одном разрезе простым глазом не видны. Многочисленные смоляные ходы расположены главным образом в поздней части годовичного слоя.

Различают сосну двух родов:

1) рудовую или кондовую, растущую на высоколежащих песчаных почвах Северного края, Кольского полуострова, в северной части Кировской и Горьковской областей и на Урале; рудовая сосна имеет плотную, мелкослойную и смолистую древесину с узкой заболонью;

2) мядовую, растущую на низких песчаных и глинистых почвах, а также в южных районах распространения; мядовая сосна имеет широкослойную древесину с широкой заболонью и слабо окрашенным ядром.

Механические качества древесины сосны весьма высоки и поэтому она является основным конструкционным материалом для постройки деревянных и смешанных самолетов. Из сосны изготавливаются лонжероны крыла, фюзеляжа и оперения, нервюры, шпангоуты, стрингеры, полки килевой балки и кильсонов, бобышки и другие детали.

Ель относится к группе спелодревесных пород и заболонь ее не отличается по цвету от внутренней части — спелой древесины.

Древесина ели белого цвета, слегка блестящая, мягкая, легкая и сучковатая; годовичные слои хорошо видны на всех разрезах; ранняя древесина светлее и развита сильнее, чем поздняя; сердцевинные лучи не видны простым глазом; смоляные ходы немногочисленны.

Вследствие большой сучковатости ель не получила еще широкого распространения в самолетостроении и служит заменителем сосны.

При применении ели в самолетостроении необходимо пересчитывать прочность деталей, так как механические качества ели на 9—10% ниже, чем у сосны. Кроме того, древесина ели обладает пониженной стойкостью против гниения и труднее обрабатывается вследствие большой сучковатости и повышенной твердости древесины сучков.

Пихта относится к группе спелодревесных пород; заболонь ее по цвету не отличается от спелой древесины. Древесина пихты белая с желтоватым оттенком, мягкая и легкая; смоляных ходов нет; годовичные слои заметны на всех разрезах; поздняя древесина темнее окрашена и менее развита, чем ранняя; сердцевинные лучи не видны простым глазом.

Пихта растет на севере Европейской части СССР, в Сибири и на Кавказе. Кавказская пихта в последнее время широко применяется в самолетостроении. Древесина ее при удельном весе 0,4 имеет временное сопротивление сжатию вдоль волокон 340 кг/см^2 , хорошо обрабатывается и склеивается.

Сибирская лиственница относится к группе ядровых пород. Заболонь ее узкая, белого цвета, ядро красновато-бурого цвета; годовичные слои ясно видны на всех разрезах; поздняя древесина темнее окрашена и сильнее развита, чем ранняя; сердцевинные лучи не видны простым глазом; смоляных ходов меньше, чем у сосны.

Произрастает лиственница на северо-востоке Европейской части СССР, в Сибири и на Дальнем Востоке (даурская лиственница). Запасы ее очень велики.

Древесина лиственницы тяжелая, имеет высокие механические качества, стойкая против гниения, малосучковатая, но имеет склонность к растрескиванию.

Лиственница может быть во всех случаях заменителем дуба и ясеня и особенно пригодна для деталей гидросамолетов, так как мало намокает, мало коробится и хорошо сохраняется в воде. Из лиственницы изготавливают полки лонжеронов, килевой балки и кильсонов, стрингеры и другие детали.

Лиственные породы

Лиственные породы по расположению сосудов в стволе делятся на кольцепоровые и рассеянопоровые. У первых сосуды собраны в ранней древесине кольцами и хорошо видны простым глазом, а поздняя древесина имеет плотное строение. У рассеянопоровых пород сосуды разбросаны по всему годовичному слою и обычно не видны простым глазом.

Из лиственных пород в самолетостроении применяются дуб, ясень, бук, липа и береза.

Дуб относится к группе рассеянопоровых и ядровых пород. Древесина дуба тяжелая, твердая; в ранней части годовичного слоя на тор-

цевом разрезе видны один или несколько рядов сосудов, образующих кольцо; поздняя часть годичного слоя плотная, имеет узкие сосуды, группирующиеся в радиальные ряды и образующие рисунок в виде язычка пламени; заболонь узкая, желтовато-белого цвета, ядро темнее, до темнобурого цвета; сердцевинные лучи широкне и узкие, хорошо видны простым глазом на всех разрезах.

Различают два рода древесины дуба:

1) мелкослойную — мягкую, однородную, с пониженными механическими качествами; эта древесина чисто обрабатывается и хорошо полируется, а потому высоко ценится в мебельном и фанерном производствах;

2) крупнослойную — твердую, с высокими механическими качествами; такая древесина широко применяется в самолетостроении и чаще всего используется для изготовления гнутых деталей, а также деталей гидросамолетов.

Ясень относится к группе кольцепоровых пород. Древесина ясеня тяжелая, твердая, с высокими механическими качествами; годичные слои хорошо видны простым глазом; в ранней части годичного слоя расположены крупные сосуды, образующие кольцо. Ясень имеет ядро и спелую древесину. Заболонь широкая, белого цвета, ядро светлоголубого цвета. Серцевинные лучи мелкие, слабо видны простым глазом.

В самолетостроении ясень идет главным образом на гнутые детали и лыжи.

Произрастает ясень в Чувашской республике, на Украине, в Белоруссии, на Дальнем Востоке и Кавказе. Лучшим по качеству является дальневосточный ясень и ясень, произрастающий в Европейской части СССР.

Береза относится к группе рассеянопоровых и заболонных пород. Древесина березы белого цвета с красноватым или желтоватым оттенком, твердая, тяжелая, с высокими механическими качествами, но малостойкая против гниения.

В самолетостроении береза применяется главным образом в виде шпона и фанеры.

Береза произрастает в северной и средней частях Советского Союза, а также на Кавказе, в Забайкалье, Якутии, в Уссурийском крае и других местах.

Бук относится к группе рассеянопоровых пород со спелой древесиной. Древесина белая с желтоватым оттенком; заболонь по цвету мало отличается от спелой древесины. В центральной части ствола бука часто встречается ложное ядро, окрашенное в красный или красновато-бурый цвет. Такое ядро образуется вследствие грибных заболеваний и от действия морозов. Годичные слои хорошо видны простым глазом на всех разрезах. Серцевинные лучи широкне, придающие древесине красивую текстуру.

Древесина бука тяжелая, твердая, с высокими механическими качествами, но малостойкая против гниения, легко подвергается короблению и растрескиванию. Бук в самолетостроении применяется как заменитель дуба и ясеня.

Произрастает бук на Кавказе и в Крыму; встречаются небольшие буковые насаждения на Украине.

Липа относится к группе рассеянопоровых пород со спелой древесиной. Древесина легкая, мягкая, с низкими механическими качествами, хорошо обрабатывается и значительно усыхает, но не трескается и мало коробится. При хранении в неблагоприятных атмосферных условиях легко загнивает. Годичные слои видны на всех разрезах. Узкие сердцевинные лучи заметны на поперечном разрезе.

в виде узких блестящих линий, на радиальном — в виде темных полосок и пятишек; на тангентальном разрезе простым глазом не заметны. Древесина белого цвета с розовым оттенком, применяется на нерасчетные детали — угольники, бобышки и диафрагмы, вследствие малого объемного веса. Произрастает липа в Европейской части Советского Союза, в Крыму и на Кавказе.

5. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ И МЕТОДЫ ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

К физическим свойствам древесины, которые представляют интерес для самолетостроителя, относятся следующие:

- 1) влажность и влияние ее на формоизменяемость, механические качества, пластичность, объемный вес и др.;
- 2) гигроскопичность;
- 3) объемный вес и влияние его на механические качества и вес конструкции;
- 4) горючесть;
- 5) стойкость против гниения.

Под механическими качествами древесины понимается способность ее сопротивляться действию внешних нагрузок.

Для определения физических свойств и механических качеств древесины испытывают в лабораторных условиях на растяжение, сжатие, скалывание и удар, а также определяют ее объемный вес и влажность.

Годной для изготовления самолетных деталей древесина считается в том случае, если определенные испытаниями ее качества соответствуют значениям, приведенным в табл. 2.

Таблица 2

Физические свойства и механические качества авиационной древесины (расчетные величины)

№ по пор.	Наименование породы	Район произрастания	Объемный вес г/см ³	Временное сопротивление, кг/см ²					Временное сопротивление ударному изгибу в тангентальном направлении, кг/см ²
				сжатию вдоль волокон	растяжению вдоль волокон	статическому изгибу	скалыванию вдоль волокон	кручению	
1	Сосна	СССР	0,52	350	830	650	50	80	0,130
2	Ель обыкновенная	Европейская часть СССР	0,47	320	750	600	50	80	0,100
3	Ель аянская	ДВК	0,44	340	720	580	50	75	0,120
4	Пихта кавказская	Кавказ	0,68	420	930	750	70	100	0,100
5	Лиственница сибирская	Свердловская область, Восточная Сибирь							
6	Ясень обыкновенный	Европейская часть СССР	0,71	400	1100	820	85	120	—
7	Ясень манчжурский	ДВК	0,68	350	1000	750	80	110	—
8	Дуб	Европейская часть СССР	0,70	400	1000	740	70	100	—
9	Бук	Кавказ	0,65	390	930	730	75	120	—
10	Береза желтая и черная	ДВК	0,73	450	1200	850	80	130	—
11	Липа	Европейская часть СССР	0,48	270	600	470	50	75	—

Влажность. Степень насыщенности древесины влагой называется влажностью древесины. Влажность определяется отношением веса влаги, находящейся в древесине, к весу абсолютно сухой древесины и выражается в процентах. Обычно влажность определяют одним из следующих двух методов.

1. Метод определения сухого веса образца

Выпиливают на расстоянии не менее 0,5 м от торца образец весом не менее 50 г, очищают его от пыли и опилок, помещают в чистую бюксу с притертой пробкой и взвешивают бюксу с образцом на аналитических весах с точностью до 0,01 г. По взвешивании помещают бюксу со снятой крышкой в сушильный шкаф, где образец высушивают до постоянного веса при температуре $100 \pm 5^\circ$. Постоянство веса устанавливают повторными взвешиваниями бюксы. Перед каждым взвешиванием бюксу охлаждают до комнатной температуры в эксикаторе с безводным хлористым кальцием или серной кислотой с концентрацией не меньше 94%.

Влажность с точностью 0,1% вычисляется по формуле

$$W = \frac{G_1 - G_2}{G_2 - G} \cdot 100,$$

где G_1 — вес бюксы с пробкой до высушивания в $^\circ$;

G_2 — вес бюксы с пробкой после высушивания в $^\circ$;

G — вес пустой бюксы в $^\circ$;

2. Электрический метод

Чем больше влажность древесины, тем выше ее электропроводность и наоборот. Поэтому, зная сопротивление древесины, можно определить ее влажность. Имеется много основанных на этом принципе приборов для быстрого определения влажности в пределах 6—30% с точностью до 1—2% у древесины, фанеры и бумаги без вырезания образцов. Опишем один из таких приборов — влагомер фирмы Сименс.

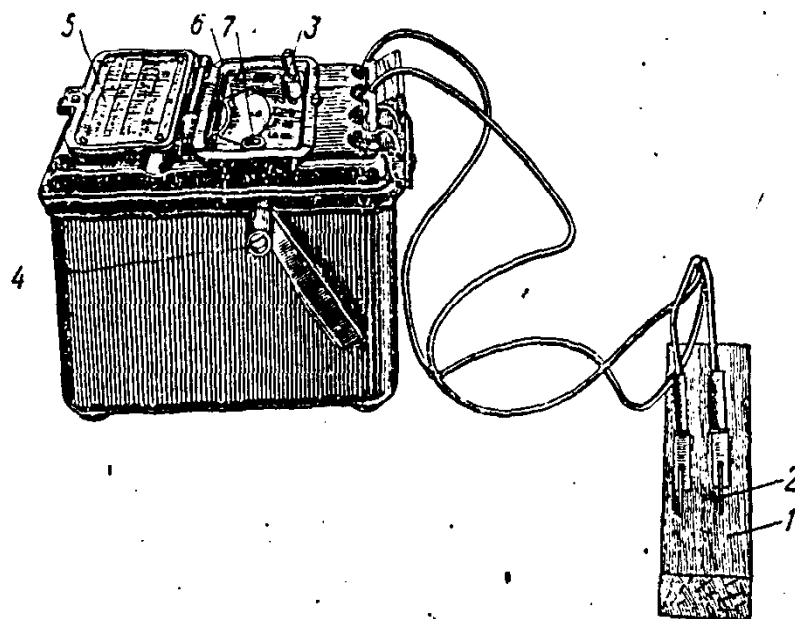
Прибор весит около 6 кг и представляет собой металлический ящик размерами $230 \times 150 \times 200$ мм с верхней крышкой из пластмассы (фиг. 10). В ящике помещается индуктор 6 (фиг. 11) с рукояткой 9, при вращении которой индуктор вырабатывает постоянный электрический ток напряжением 500 в.

Прибор измеряет пять областей влажности, причем для измерения каждой области нужно включать при помощи штепселя 3 (фиг. 10) один из конденсаторов 1—5.

Постоянный ток от индуктора пропускается через исследуемый образец 12 и через один из пяти конденсаторов, а затем в лампочку заряда 8, которая вспыхивает по окончании зарядки конденсатора.

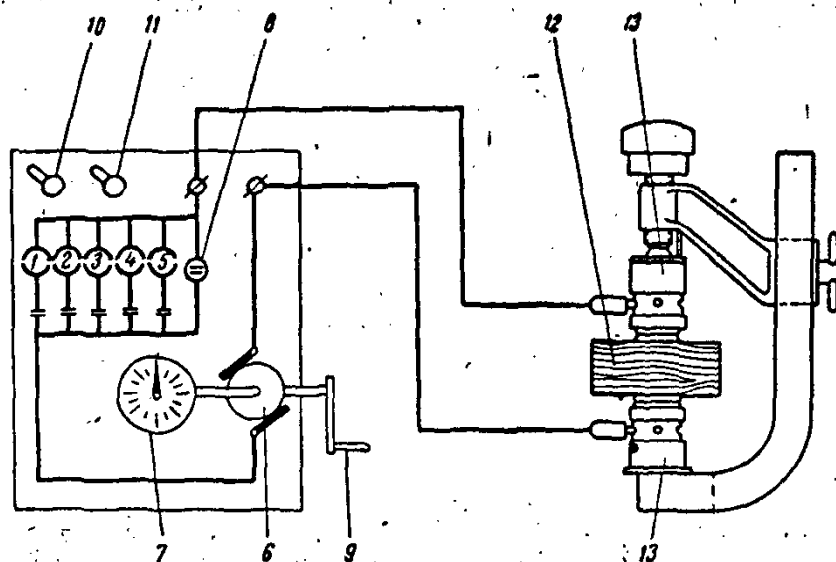
Число оборотов рукоятки до зажигания лампочки отсчитывается счетчиком 7, который имеет поворотный диск со шкалой, разделенной на 80 делений с ценой каждого деления 0,1. Зная число оборотов рукоятки до зажигания лампочки, определяют влажность древесины в процентах по шкале 5 (см. фиг. 10) на внутренней стороне откидной крышки прибора (для каждой области измерения имеется особая шкала). Для немедленной остановки счетчика при вспышке лампочки заряда служит рычажок 10 (фиг. 11).

Для разрядки конденсатора и обратной установки счетчика поворачивают вправо рычажок 11, причем в это время штепсель должен оставаться в области измерения. Если штепсель вынуть из области измерения до обратной установки счетчика, то конденсатор останется



Фиг. 10. Общий вид влагомера Сименс.

1—испытываемый образец древесины; 2—ножевые электроды; 3—штепсель; 4—ручка; 5—шкала на внутренней стороне откидной крышки; 6—счетчик; 7—лампочка заряда.



Фиг. 11. Принципиальная схема действия влагомера фирмы Сименс.

1—5—пять встроенных конденсаторов; 6—индуктор; 7—счетчик; 8—лампочка заряда; 9—рукоятка; 10—рычажок для останова счетчика; 11—рычажок для разрядки конденсатора; 12—исследуемый образец древесины; 13—поверхностные электроды.

неразряженным и последующее измерение с этой областью измерения даст неправильные результаты.

Электроды для измерения влажности бывают поверхностные, ножевые и игольчатые. Для соединения прибора с электродами применяются изолированные резиной провода со штепсельными вилками на обоих концах. Прибором можно определять влажность материала в пределах 6—25%, причем до влажности образца 13% с точностью $\pm 1\%$ и при влажности более 13% — с точностью $\pm 2\%$.

Прибор тарирован на толщину испытуемого материала 10—100 мм и при других толщинах вводится следующий поправочный коэффициент:

при толщине материала	2—10 мм	$\varphi = 0,87$
при фанере толщиной	до 2 мм	$\varphi = 0,78$

При пользовании влагомером Сименса следует учитывать породу древесины, вводя поправочный коэффициент ψ . Значения ψ следующие:

Липа, бук, смолистая сосна	1,00
Вяз, ясень	0,95
Сосна, дуб, орех, каштан	1,05
Веймутова сосна, лиственница	1,10
Пихта, береза, клен	1,15

При измерении влажности прибором рукоятку 9 следует вращать со скоростью три оборота в секунду.

В древесине влага находится в полости клеток и в их оболочках, а также входит в состав химических веществ, образующих клетки.

Влага, заполняющая полость клеток, называется свободной или капиллярной влагой. Влага, заключенная в оболочках клеток, называется имбибиционной или гигроскопической влагой. Влага, входящая в химический состав вещества клеток, называется химически связанной влагой.

Основную массу влаги в древесине составляет влага свободная и гигроскопическая, химически связанной влаги в древесине немного.

При высыхании древесины сначала испаряется свободная влага, а затем уже гигроскопическая. Свободная влага испаряется быстро, без изменения физико-механических качеств древесины — уменьшается лишь ее объемный вес. Испарение же гигроскопической влаги происходит медленно, замедляясь по мере понижения процента влажности древесины и сопровождается изменением ее физико-механических качеств. То состояние древесины, когда вся свободная влага испарилась, но древесина содержит максимально возможное количество гигроскопической влаги, называется точкой насыщения волокон. Влажность древесины в точке насыщения волокон различна у разных пород и колеблется в пределах от 23 до 30%.

Дальнейшее высыхание древесины (после точки насыщения волокон) сопровождается значительным изменением ее механических качеств. Так, с понижением влажности на 1% временное сопротивление сжатию вдоль волокон повышается в среднем на 5%, статическому изгибу — на 4% и скалыванию — на 3%. На фиг. 12 приведен график изменения механических качеств древесины в зависимости от влажности.

Понижение влажности древесины после точки насыщения волокон вызывает уменьшение линейных размеров — усушку древесины. Усушка зависит от породы древесины и, кроме того, различна по разным направлениям (фиг. 13).

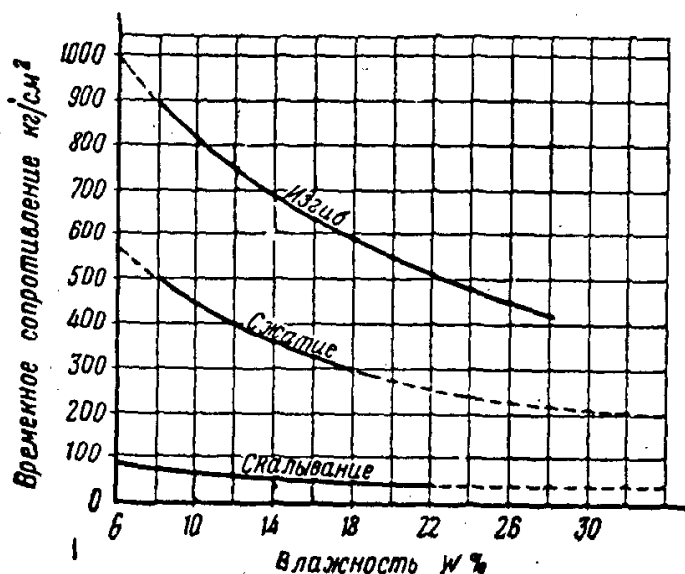
По объемной усушке древесные породы можно разделить на следующие группы:

1) сильноусыхающие породы — дуб, клен, граб, бук, липа, береза, ольха и другие — с объемной усушкой в пределах 5—11%;

2) средние усыхающие породы — сосна, осина, лиственница, самшит и другие — с объемной усушкой в пределах 3—5%;

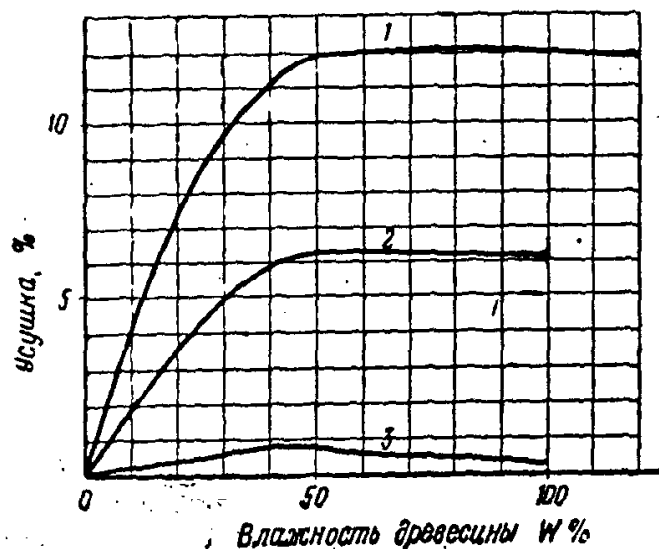
3) малоусыхающие породы — ель, можжевельник, веймутова сосна и другие — с объемной усушкой в пределах 2—4%.

В среднем для наших пород усушка вдоль волокон составляет 0,1%, в радиальном направлении 3—5% и в тангентальном 6—10%. Различная величина усушки в тангентальном и радиальном направлениях вызывает коробление, а часто и растрескивание древесины при высыхании ее и увлажнении. На фиг. 14 показано коробление древесины в результате усушки. Видно, что величина усушки в тангентальном направлении значительно больше, чем в радиальном.

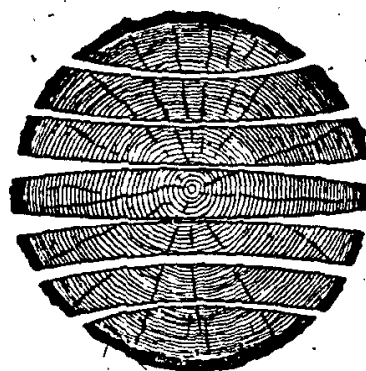


Фиг. 12. Изменение механических свойств древесины в зависимости от влажности.

зывает коробление, а часто и растрескивание древесины при высыхании ее и увлажнении. На фиг. 14 показано коробление древесины в результате усушки. Видно, что величина усушки в тангентальном направлении значительно больше, чем в радиальном.



Фиг. 13. График усушки древесины.
1—объемная усушка; 2—радиальная; 3—вдоль волокон.



Фиг. 14. Коробление древесины.

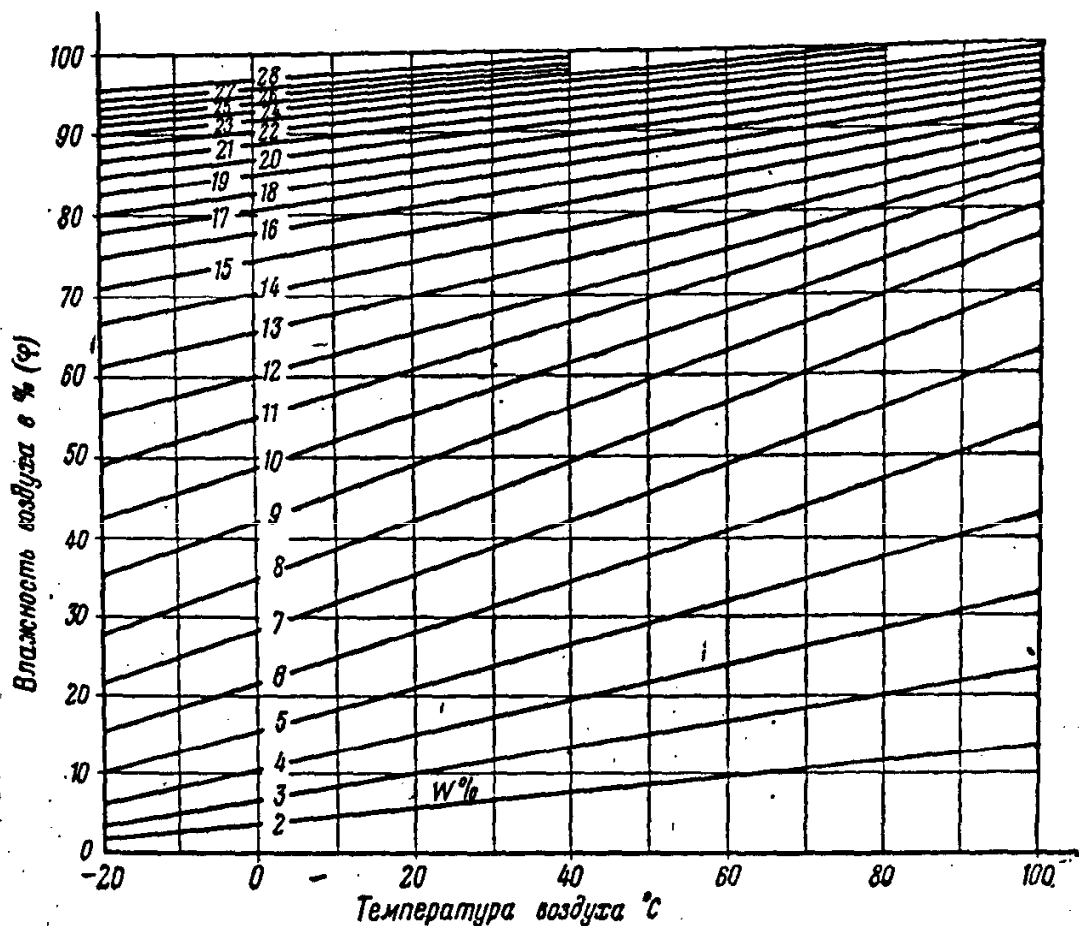
Гигроскопичность древесины

Способность древесины поглощать влагу из воздуха и отдавать влагу воздуху называется гигроскопичностью древесины. При высокой относительной влажности и низкой температуре окружающего воздуха влажность срубленной древесины увеличивается. При низкой относи-

тельной влажности и относительно высокой температуре влажность древесины, наоборот, уменьшается.

Каждому состоянию воздуха—его температуре и относительной влажности—соответствует определенная влажность древесины, называемая равновесной влажностью.

Равновесной влажностью древесины называется такая, которой древесина достигает при хранении ее длительное время в определенном состоянии воздуха. Для определения равновесной влажности при любом состоянии воздуха служит диаграмма $t-\varphi-W$, приведенная на

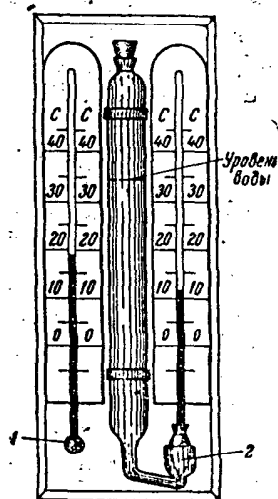


Фиг. 15. Диаграмма зависимости равновесной влажности древесины от температуры и влажности воздуха.

фиг. 15, где по оси абсцисс отложены температуры воздуха t в градусах, а по оси ординат—относительная влажность воздуха φ в процентах. Наклонные линии на диаграмме указывают ту влажность W в процентах, которую примет древесина при хранении ее длительное время в данных условиях.

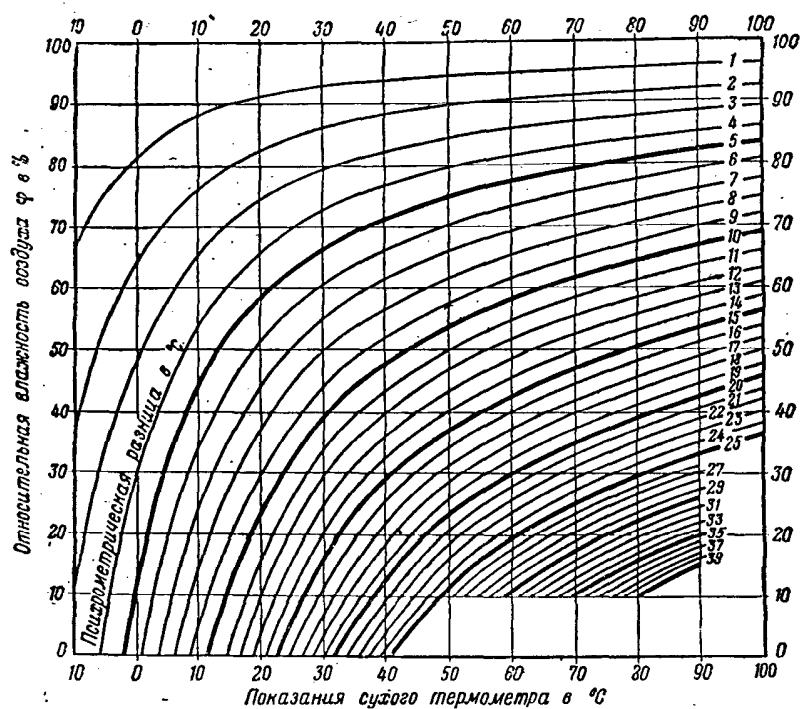
По этой диаграмме, кроме равновесной влажности, можно определять также температуру или относительную влажность воздуха, при которой можно хранить древесину, для того чтобы обеспечить определенную, наперед заданную влажность. Следует иметь в виду, что даже при $\varphi=100\%$ древесина будет увлажняться только до точки насыщения волокон, т. е. будет впитывать гигроскопическую влагу.

Относительную влажность воздуха определяют с помощью психрометра и психрометрических таблиц или диаграммы. Наиболее распространенным является психрометр Августа, состоящий из двух термометров, заключенных в деревянную коробку (фиг. 16). Шарик одного термометра обернут кусочком мягкой ткани (марли или батиста), ко-



Фиг. 16. Психрометр Августа.

1—сухой термометр;
2—мокрый термометр.



Фиг. 17. Психрометрическая диаграмма для скорости воздуха 4,5 м/сек.

торая увлажняется водой из резервуара. Этот термометр называется мокрым. Второй термометр называется сухим. Мокрый термометр охлаждается вследствие испарения воды на его поверхности, т. е. в результате поглощения теплоты воздуха. По показаниям сухого и мокрого термометров определяют температуру воздуха и психрометрическую разность, а по этим данным, пользуясь психрометрическими таблицами или диаграммой (фиг. 17), находят относительную влажность воздуха.

Психрометр Августа—недостаточно совершенный прибор, и для более точного определения влажности воздуха применяется аспирационный психрометр Асмана. В этом психрометре также имеются сухой и мокрый термометры, заключенные в металлический остов (фиг. 18). Расположенный в верхней части психрометра вентилятор с пружинным двигателем с постоянной скоростью просасывает воздух через трубки, в которых расположены шарики термометров. Шарик мокрого термометра, во избежание попадания брызг воды в психрометр, смачивается водой при помощи специальной пипетки до завода вентилятора.

Применение принудительной вентиляции, стандартности металлического остова и термометров обеспечивают высокую точность определения влажности этим прибором.

Древесину следует хранить в таких условиях, которые исключали бы возможность значительного ее увлажнения или высыхания. Сохранение постоянной влажности древесины при ее хранении достигается кондиционированием воздуха в складе, где хранятся лесоматериал.

Объемный вес

Объемным весом древесины называется вес единицы объема ее, выраженной в $г/см^3$. Объемный вес древесины одной и той же породы зависит от целого ряда факторов и прежде всего от влажности древесины, ширины годичного слоя и процента поздней древесины. При увлажнении сухой древесины объемный вес до момента насыщения волокон возрастает медленно, так как идет разбухание древесины (увеличение объема). По достижении точки насыщения волокон объемный вес увеличивается быстрее и пропорционально увеличению влажности. Для сравнимости объемный вес приводят к стандартной влажности 15%, пользуясь формулой

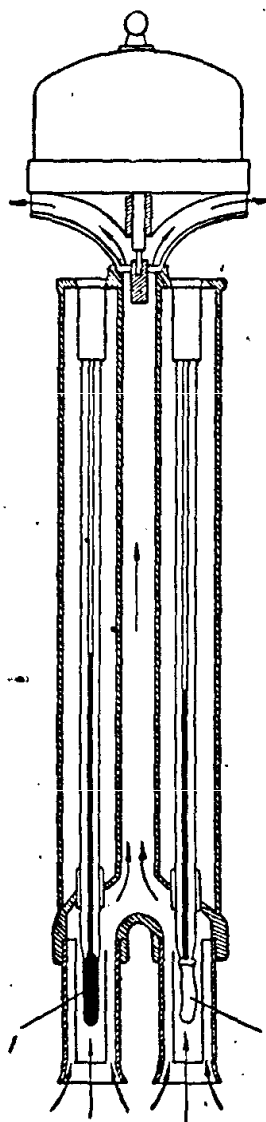
$$\gamma_{15} = \gamma_w [1 + 0,01 (1 - k_0) (15 - W)],$$

где γ_{15} — объемный вес при влажности 15%;

γ_w — объемный вес при влажности $w\%$;

k_0 — коэффициент объемной усушки.

Коэффициент объемной усушки k_0 для бука, березы и лиственницы принят равным 0,6, а для других пород 0,5. У лиственных пород с увеличением ширины годичных слоев объемный вес древесины уве-



Фиг. 18. Психрометр Асмана.

1—сухой термометр;
2—мокрый термометр.

личивается, у хвойных же пород объемный вес древесины увеличивается с увеличением процента поздней древесины. Для сосны эта зависимость выглядит следующим образом:

Процент поздней древесины	21	25	28	32	38	44
Объемный вес	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65

Объемный вес древесины чаще всего определяют стереометрическим методом и при помощи ртутного волюменометра.

Стереометрическим методом объемный вес определяют на образцах размерами $2 \times 2 \times 3$ см. Образец изготавливают под угольник, выдерживая линейные размеры с точностью $\pm 0,1$ мм и взвешивают с точностью до 0,01 г.

Объемный вес определяется по формуле

$$\gamma_w = \frac{P}{V} \text{ г/см}^3,$$

где P — вес образца в г;
 V — объем образца в см^3 .

После определения объемного веса при влажности $W\%$ его приводят к стандартной влажности по указанной выше формуле.

Из ртутных волюменометров наиболее широко применяется волюменометр О'Брейля (фиг. 19.) Он состоит из вертикального 1 и горизонтального 2 цилиндров, наполненных ртутью. На вертикальный цилиндр надета крышка 3 с резьбой. В центре крышки вставлена и закреплена гайкой 4 стеклянная трубка с шарообразным расширением вверху. Горизонтальный цилиндр вставлен в вертикальный. Поршень 5, укрепленный на микрометрическом винте с шагом резьбы 1 мм, движется в горизонтальной трубе при помощи рукоятки 6, скрепленной с обоймой 7.

Фиг. 19. Ртутный волюменометр О'Брейля.

1—вертикальный цилиндр; 2—горизонтальный цилиндр; 3—крышка с резьбой; 4—гайка; 5—поршень; 6—рукоятка; 7—обойма.

Поршень 5, укрепленный на микрометрическом винте с шагом резьбы 1 мм, движется в горизонтальной трубе при помощи рукоятки 6, скрепленной с обоймой 7.

Обойма разделена на 100 делений и при повороте рукоятки на одно деление поршень вытесняет из горизонтального цилиндра $0,3 \text{ см}^3$ ртути. Сверху на поверхности горизонтального цилиндра нанесена шкала с ценой деления $0,3 \text{ см}^3$.

Объем образца определяют следующим образом. Перед открытием волюменометра опускают уровень ртути в вертикальном цилиндре ниже его краев. Затем снимают крышку, вводят в цилиндр под проводочную скобу образец и закрывают волюменометр, заворачивая плотно крышку. Вращая микрометрический винт, поднимают уровень ртути до указателя на стеклянной трубке и по шкалам делают отсчет z_1 . Затем снова опускают уровень ртути, снимают крышку и вынимают образец. Закрыв волюменометр, поднимают уровень ртути вторично до прежней высоты и производят по шкалам второй отсчет z_2 . Отсчеты делают с точностью до одного деления.

Объем вычисляют по формуле

$$V = \frac{0,3(z_1 - z_2)}{100} \text{ см}^3.$$

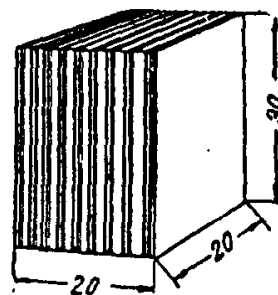
Сжатие. Временное сопротивление древесины сжатию вдоль волокон в 4—10 раз больше временного сопротивления ее сжатию поперек волокон. Испытание древесины на сжатие вдоль волокон проводится на образцах размером $2 \times 2 \times 3$ см, причем образцы вырезают таким образом, чтобы годовичные слои на торцах были параллельны двум противоположным граням, а образующие годовичных слоев параллельны ребрам образца, направленным по длине волокон (фиг. 20).

Образец должен быть изготовлен точно под угольник и тщательно выстроган так, чтобы боковые грани были параллельны друг другу, а размеры выдержаны с точностью $\pm 0,1$ мм. Испытания производят на универсальном прессе Амслера со скоростью нагружения 4000 кг/мин.

Временное сопротивление сжатию вычисляют по формуле:

$$\sigma_w = \frac{P}{ab} \text{ кг/см}^2,$$

где P — разрушающая нагрузка в кг;
 a и b — размеры поперечного сечения образца в см.



Фиг. 20. Образец для испытания древесины на сжатие вдоль волокон.

С уменьшением влажности, начиная с точки насыщения волокон, временное сопротивление повышается. Особенно резкое увеличение наблюдается при изменении влажности от 15% до абсолютно сухого состояния (см. фиг. 12). Для сравнимости результатов испытания временное сопротивление сжатию при любой влажности образца приводят к стандартной влажности (15%) по формуле:

$$\sigma_{15} = \sigma_w [1 + \alpha (W - 15)],$$

где σ_{15} — временное сопротивление при влажности 15% в кг/см²;
 σ_w — временное сопротивление при влажности $W\%$ в кг/см²;
 W — влажность древесины в %;
 α — переводный коэффициент на влажность.

Значения переводного коэффициента α :

Сосна	0,05
Лиственница	0,05
Ель обыкновенная	0,045
Пихта кавказская	0,04
Дуб	0,04
Береза	0,045
Ясень	0,05

В последнее время разработана более точная формула для приведения временного сопротивления сжатию древесины сосны, ели и пихты к стандартной влажности:

$$\sigma_{15} = k \cdot \sigma_w,$$

где k — переводный коэффициент на влажность.

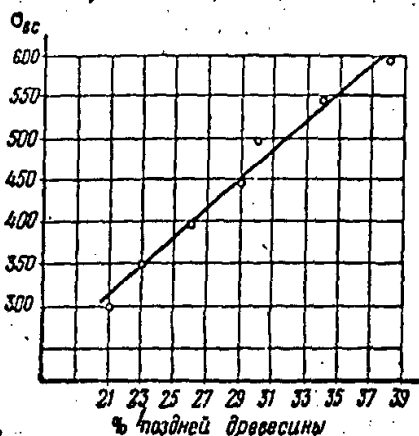
Значения переводного коэффициента k приведены в табл. 3.

Значения переводного коэффициента k

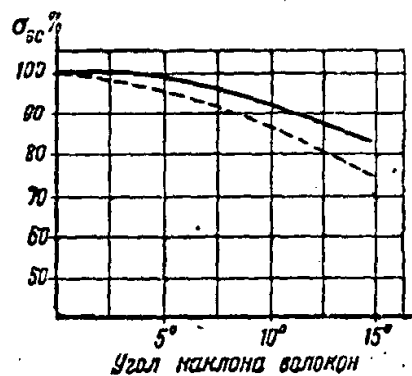
Таблица 3

Влажность %	Десятые доли процента				Влажность %	Десятые доли процента			
	0	0,25	0,50	0,75		0	0,25	0,50	0,75
Для сосны					15	1,000	1,010	1,019	1,029
8	0,683	0,693	0,704	0,714	16	1,038	1,047	1,056	1,065
9	0,725	0,735	0,746	0,757	17	1,073	1,081	1,090	1,098
10	0,767	0,778	0,789	0,800	18	1,105	1,113	1,120	1,127
11	0,811	0,823	0,834	0,845	19	1,133	1,140	1,142	1,152
12	0,857	0,868	0,880	0,891	20	1,157	—	—	—
13	0,903	0,915	0,927	0,939	Для ели обыкновенной и аянской				
14	0,951	0,953	0,975	0,988	7	0,722	0,729	0,736	0,743
15	1,000	1,013	1,025	1,038	8	0,749	0,757	0,764	0,771
16	1,050	1,063	1,076	1,089	9	0,779	0,786	0,794	0,802
17	1,102	1,115	1,128	1,141	10	0,810	0,818	0,826	0,835
18	1,155	1,168	1,182	1,195	11	0,843	0,852	0,860	0,869
19	1,209	1,223	1,236	1,250	12	0,878	0,888	0,897	0,906
20	1,264	—	—	—	13	0,916	0,926	0,936	0,946
Для пихты кавказской					14	0,956	0,967	0,978	0,989
8	0,724	0,733	0,741	0,750	15	1,000	1,012	1,023	1,035
9	0,760	0,769	0,778	0,788	16	1,047	1,059	1,072	1,085
10	0,798	0,807	0,818	0,828	17	1,098	1,111	1,125	1,138
11	0,838	0,848	0,858	0,868	18	1,152	1,167	1,182	1,197
12	0,879	0,889	0,899	0,909	19	1,212	1,223	1,245	1,261
13	0,920	0,930	0,940	0,950	20	1,277	—	—	—
14	0,960	0,970	0,980	0,990					

Временное сопротивление древесины сжатию зависит также от почвенных условий, местонахождения древесины в стволе и от процента поздней древесины. Многочисленные опыты показали, что у хвойных пород временное сопротивление сжатию повышается с увеличением процента поздней древесины. Характер изменения временного сопротивления сжатию в зависимости от процента поздней древесины показан на фиг. 21.



Фиг. 21. Зависимость временного сопротивления сжатию от процента поздней древесины.

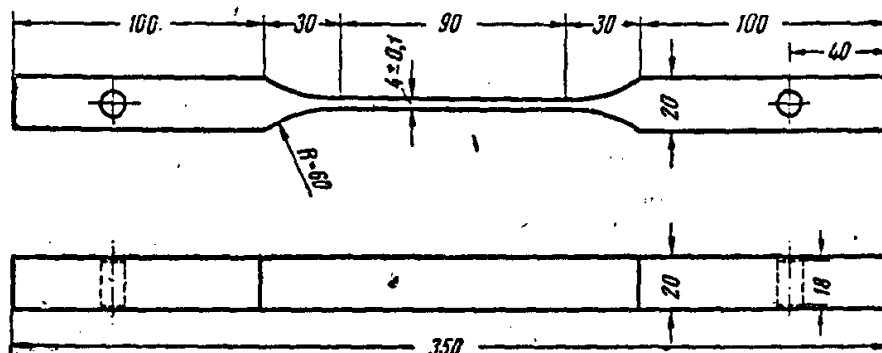


Фиг. 22. Зависимость временного сопротивления сжатию от угла наклона волокон.

Наконец, временное сопротивление древесины сжатию зависит от наклона волокон к направлению действующих сил. При углах наклона свыше 3° временное сопротивление сжатию начинает заметно падать (фиг. 22).

Растяжение

При растяжении древесины поперек волокон крепость ее практически ничтожна, так как древесина раскалывается. Поэтому, говоря о крепости древесины на растяжение, имеют в виду только растяжение вдоль волокон.



Фиг. 23. Образец для испытания древесины на растяжение.

Такому растяжению древесина сопротивляется достаточно хорошо. Но и при растяжении вдоль волокон часто возникает скалывание древесины в местах крепления детали. По этой причине избегают применять древесину для деталей, работающих на растяжение.

Испытание древесины на растяжение вдоль волокон ведут на образце, показанном на фиг. 23. Толщина рабочей части образца не должна быть больше 4 мм; изготавливается образец с точностью $\pm 0,1$ мм. Нагруженное во время испытания производится со скоростью $1500 \pm \pm 25\%$ кг/мин и временное сопротивление растяжению вычисляют по формуле

$$\sigma = \frac{P}{ab} \text{ кг/см}^2,$$

где P — нагрузка, вызвавшая разрушение образца, в кг;
 a — ширина рабочей части образца в см;
 b — толщина рабочей части образца в см.

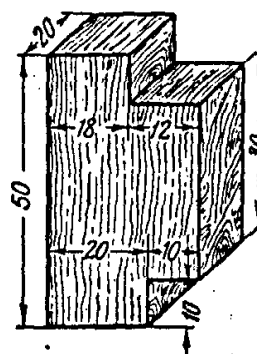
Полученное значение временного сопротивления можно привести к стандартной влажности по формуле

$$\sigma_{15} = \sigma_w [1 + \alpha (W - 15)],$$

где $\alpha = 0,015$ для лиственных пород; для хвойных пород пересчета не делают.

Скалывание

Различают радиальное скалывание, когда действующая сила приложена по радиусу, и тангентальное, когда скалывающее усилие направлено по касательной, причем древесина сопротивляется тангентальному скалыванию несколько лучше, чем радиальному. Испытание на скалывание проводят на образце, изображенном на фиг. 24. Годичные слои на торцах образца должны быть параллельны скалываемой поверхности при тангентальном и перпендикулярны при радиальном скалывании. Образец должен быть тщательно выстроган под угольник с точностью $\pm 0,1$ мм.



Фиг. 24. Образец для испытания древесины на скалывание.

Испытание ведется в специальном приборе (фиг. 25) со скоростью нагружения $1250 \pm 20\%$ кг/мин и временное сопротивление скалыванию вычисляется по формуле:

$$\sigma = \frac{P}{bl} \text{ кг/см}^2,$$

где P — нагрузка, вызвавшая разрушение образца, в кг;

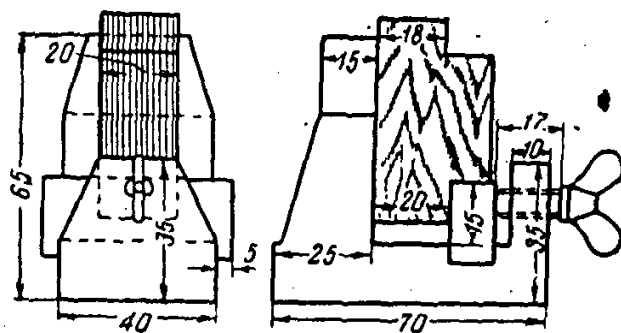
b — толщина образца в см;

l — высота площади скалывания в см.

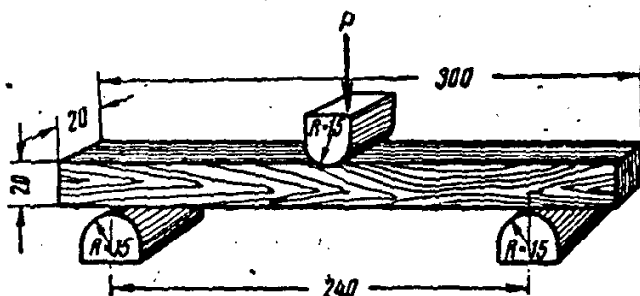
К стандартной влажности приводят по формуле

$$\sigma_{15} = \sigma_W [1 + \alpha (W - 15)],$$

где α — поправочный коэффициент на влажность, равный 0,03 независимо от породы и вида скалывания.



Фиг. 25. Прибор для испытания древесины на скалывание.



Фиг. 26. Схема испытания образца древесины на статический изгиб.

Статический изгиб

Статическому изгибу подвергаются полки лонжерона и другие детали самолета. При изгибе бруска или детали появляется зона растягивающих и зона сжимающих сил, прием разрушение всегда начинается в зоне сжимающих сил, так как временное сопротивление древесины сжатию в два-три раза меньше временного сопротивления ее растяжению.

Для испытания образец размерами $2 \times 2 \times 30$ см готовится так, чтобы го-

дичные слои на торцах его были параллельны двум противоположным граням, а образующие годичных слоев параллельны длинным ребрам образца. Образец испытывается по схеме, изображенной на фиг. 26, причем неподвижные опоры и нож должны иметь закругления радиусом 15 мм, а расстояние между центрами опор должно быть 240 мм. Образец на опорах располагается так, чтобы изгибающие силы были направлены по касательной к годичным слоям. Нагружать образец нужно в середине его длины, равномерно со скоростью $500 \pm 20\%$ кг/мин.

Временное сопротивление высчитывается по формуле

$$\sigma = \frac{3Pl}{2bh^2} \text{ кг/см}^2,$$

где P — нагрузка, вызвавшая разрушение образца, в кг;

l — расстояние между опорами, равное 240 мм;

b — ширина образца в см;

h — высота образца в см.

Приведение к стандартной влажности производится по формуле

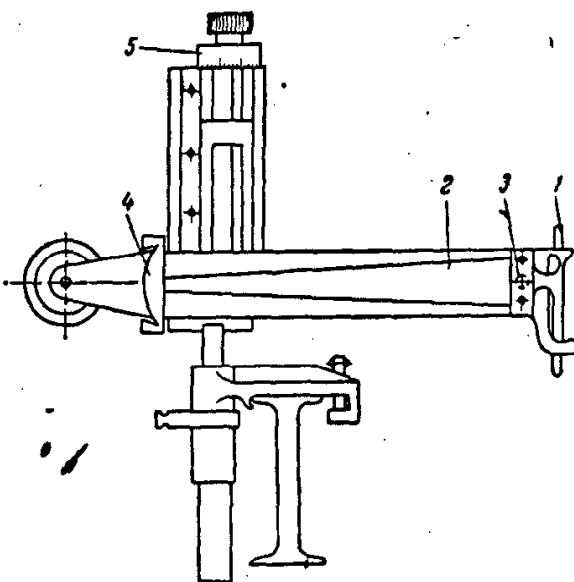
$$\alpha_{15} = \alpha_w [1 + \alpha (W - 15)],$$

где α — поправочный коэффициент на влажность, равный 0,04 для всех пород.

Стрела прогиба при испытании измеряется прогибомером (фиг. 27) следующим образом.

Цилиндрок 1 устанавливается под испытуемый образец и верхним концом соприкасается с нижней гранью образца. С цилиндрком 1 жестко связана стрелка 2, которая представляет собой неравноплечий рычаг с осью в точке 3. При изгибе образец опускается и давит на цилиндрок 1, опуская вниз правый конец стрелки 2; левый конец стрелки в это время поднимается вверх.

По левому концу стрелки на шкале 4 можно сразу читать величину прогиба в сантиметрах, а сотые и тысячные доли сантиметра берутся с головки микрометрического винта.



Фиг. 27. Прогибомер.

1—цилиндрок; 2—стрелка; 3—ось стрелки; 4—шкала;
5—шкала микрометрического винта.

Динамический изгиб

На ударный изгиб древесины испытывают на маятниковом копре Шарпи с запасом мощности 10 кгм. Образец и схема испытания те же, что и при испытании на статический изгиб.

Временное сопротивление ударному изгибу вычисляют по формуле

$$\sigma = \frac{Q}{bh^2},$$

где Q — работа, поглощенная образцом при изломе, в кгм;

b — ширина образца в см;

h — высота образца в см.

Для определения деформации при испытании на растяжение и сжатие существуют весьма точные приборы, называемые экстензомерами.

В лабораторной практике встречаются следующие экстензомеры:

1) зеркальный прибор Мартенса, действие которого основано на применении зеркального отсчета с помощью зрительной трубы;

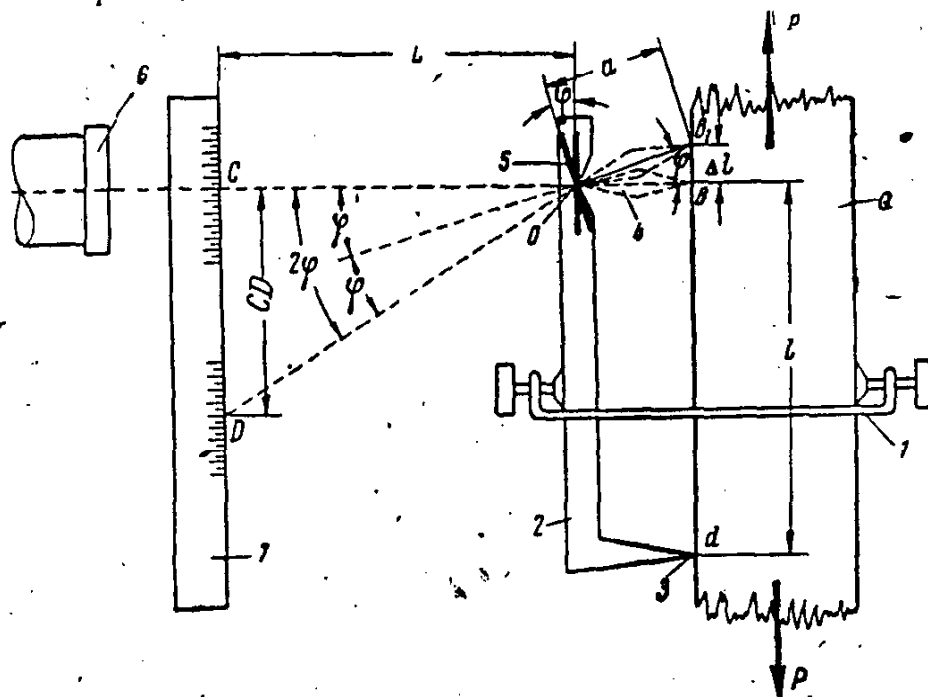
2) экстензомер Юинга, в котором деформация измеряется при помощи микроскопа с микрометрическим окуляром;

3) прибор Кембриджа, работающий по принципу микрометрического винта;

4) новейшие приборы с автоматическим отсчетом деформации по микрометрическому циферблату.

На наших заводах наиболее часто применяется зеркальный прибор Мартенса, устройство которого показано на фиг. 28. На образец Q при помощи пружинного держателя 1, устанавливается легкая пла-

стинка 2, которая прижимается к образцу острием 3 и призмой 4 ромбического сечения и снабжена зеркалом 5. Зеркало составляет одно целое с призмой и установлено перпендикулярно наибольшей диагонали a . В начале диагональ a перпендикулярна, а зеркало параллельно длине образца и расстояние bd от острия до призмы является расчетной длиной l . Перед зеркалом на расстоянии L от его поверхности расположены зрительная труба 6 и рейка 7 с миллиметровой шкалой, поставленные так, что в зрительную трубу видно отражение делений шкалы в зеркале.



Фиг. 28. Зеркальный прибор Мартенса.

1—пружинный держатель; 2—легкая пластинка; 3—острие пластинки; 4—ромбическая призма; 5—зеркало; 6—зрительная труба; 7—рейка.

В начале испытания при помощи зрительной трубы наблюдатель увидит деление C на рейке 7. Если образец нагрузить силой P , то соответствующее этой силе удлинение Δl переместит острие призмы из точки b в точку b_1 . При этом призма, а с ней и зеркало повернутся около точки O на угол ϕ . Вследствие этого в зрительную трубу на рейке будет видна какая-то другая точка D . Решая совместно треугольники Oab_1 и OCD , получим, что

$$\Delta l = \frac{CD \cdot a}{2L}.$$

В приборе Мартенса обычно $\frac{2L}{a} = 500$, тогда $\Delta l = \frac{CD}{500}$, а CD — разность отсчетов по рейке до и после нагружения образца.

6. АВИАЦИОННЫЙ ШПОН

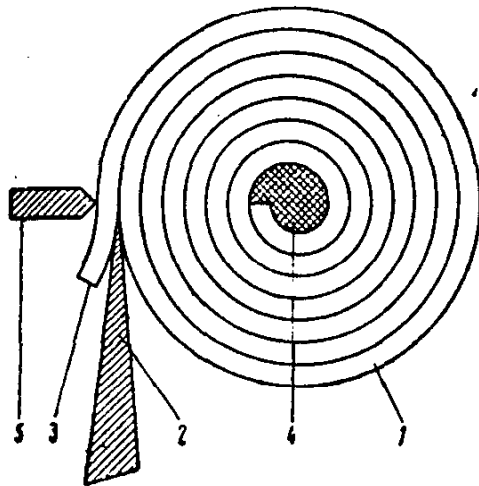
Шпон получается лущением (фиг. 29) предварительно пропаренных или проваренных березовых и ольховых чураков. Полученная в результате лущения лента шпона разрезается специальными ножницами на листы требуемых размеров, сушится и после разбраковки и испытания поступает на авиазаводы.

Авиационный березовый шпон изготавливается толщиной 0,40; 0,55; 0,70; 0,95; 1,15 и 1,50 мм, длиной от 1100 мм и более с градацией через 50 мм и шириной от 230 мм. Допускаются отклонения от уста-

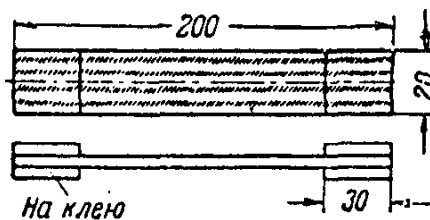
иовленных размеров по толщине $\pm 0,05$ мм и по длине и ширине ± 5 мм.

В авиационном шпоне допускаются следующие дефекты: глазки светлые без ограничения; глазки черные размером не более 4 мм на расстоянии не менее 100 мм друг от друга; завитки общей длиной до 60 мм при расстоянии между ними по длине волокон не менее 230 мм; косослой не более 5%; прорости светлые длиной до 10 мм, шириной до 15 мм при расстоянии между ними по длине волокон не менее 230 мм; свилеватость шириной не более 60 мм; сучки здоровые, вполне сросшиеся, диаметром до 10 мм; цветные окраски розового и

оранжевого цветов; гофр при длине волны не менее 25 мм и высоте волны не более 1/10 ее длины; торцевые трещины с одной стороны листа длиной до 50 мм в количестве до трех штук на ширину листа 230 мм.



Фиг. 29. Схема лущения шпона.
1—чурак; 2—нож; 3—шпон; 4—карандаш;
5—прижимная линейка.



Фиг. 30. Образец для испытания шпона на растяжение.

Шпон испытывается на влажность и растяжение. Из каждого листа, отобранного для физико-механических испытаний, вырезается один комплект образцов, состоящий из двух образцов на растяжение и одного образца на определение влажности. Влажность определяется на образце весом не менее 5 г. Для испытания шпона на растяжение вырезается вдоль волокон древесины образец с размерами, показанными на фиг. 30.

Испытание проводят на прессах Амслера или Шоппера, причем зажимные губки должны захватывать всю поверхность наклейки образца. Нагружают образец равномерно со скоростью 1200 кг/мин. Временное сопротивление растяжению вычисляют по формуле

$$\sigma = \frac{P}{F} \text{ кг/см}^2,$$

где P —разрушающая образец нагрузка в кг;

F —площадь поперечного сечения образца в см^2 .

Влажность шпона должна быть не выше 10%.

Временное сопротивление шпона растяжению вдоль волокон зависит от толщины шпона, как видно из следующей таблички.

Толщина шпона мм	σ кг/см ²
0,40	850
0,55—0,95	900
1,15—1,50	950

7. АВИАЦИОННАЯ ФАНЕРА

Из фанеры изготовляют многие детали самолетов и, в частности, обшивки фюзеляжа, крыла, центроплана, хвостового оперения, нервюр и шпангоутов.

Широкое применение фанеры в самолетостроении объясняется ее сравнительно высокой однородностью, большой механической прочностью и выгодной формой, позволяющей легко использовать ее в конструкции. В самолетостроении применяют в основном березовую фанеру и частично ольховую.

Фанера изготавливается листами, причем толщина листов 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0; 12,0 мм; ширина (поперек волокон рубашки) — 800 мм и более через 50 мм и длина (вдоль волокон рубашки) — 1000 мм и более через 50 мм.

Допускаются отклонения от указанных размеров по ширине и длине листа ± 20 мм и -10 мм и по толщине листа от $\pm 0,20$ до $\pm 0,60$ мм в зависимости от толщины фанеры.

Фанера склеивается из шпона в специальных прессах, причем наружные слои шпона (рубашки) должны быть из целого листа шпона, внутренние же слои (середняки) могут быть составлены по ширине из полос шпона шириной не менее 100 мм.

В зависимости от способа клейки и клеящего материала различают следующие виды фанеры:

- 1) склеенная белковыми клеями сухим горячим способом;
- 2) склеенная белковыми клеями сырым горячим способом;
- 3) склеенная бакелитовой пленкой;
- 4) склеенная фенольно-формальдегидной смолой.

Для склеивания фанеры сухим горячим способом применяется шпон, предварительно высушенный до влажности 6—8%. Склеивание производят в специальных многоэтажных прессах с 12—15 рабочими промежутками, причем в каждый промежуток закладывают два-три листа, а для толщины свыше 6 мм — один лист. Плиты пресса подогревают паром под давлением 2—5 ат до температуры 110—130°. Удельное давление при запрессовке равно 15—20 кг/см².

Фанера, склеенная белковыми клеями сухим горячим способом, имеет влажность до 15%. Этот способ дает фанеру высокого качества с низкой влажностью.

Сырым горячим способом фанеру склеивают из сырого шпона в специальных многоэтажных прессах с 15—22 рабочими промежутками. В рабочий промежуток закладывают 4—10 листов в зависимости от толщины листа. Плиты пресса подогревают паром с давлением 5—6 ат до температуры 120—130°. Запрессовка длится 20—25 мин. при удельном давлении до 25 кг/см².

Фанера, склеенная белковыми клеями сырым горячим способом, имеет влажность около 30% и требует дальнейшей подсушки. В фанере, склеенной по этому способу, возникают внутренние напряжения и появляются мелкие трещины из-за усадки шпона во время склеивания. Вследствие этого такая фанера обладает малой стойкостью в переменных атмосферных условиях. Авиационную фанеру сырым горячим способом в настоящее время клеят в ограниченном количестве и только толщиной 1,0 и 1,5 мм.

Для склеивания фанеры бакелитовой пленкой и фенольно-формальдегидной смолой применяют шпон с влажностью 6—8%. Склеивку производят в горячих прессах при температуре плит 140—150°, с удельным давлением 20—25 кг/см². Такая фанера отличается меньшей влажностью, повышенной механической прочностью, водоупорностью и большой стойкостью при переменных атмосферных условиях.

Для придания большей водоупорности фанеру бакелитовой склейки склеивают с одной или с двух сторон бакелитовой пленкой; такую фанеру называют бакелизированной. Бакелизированная фанера по ме-

ханическим свойствам равноценна бакелитовой фанере и применяется для изготовления обшивок гидросамолетов и др.

В готовой фанере допускаются следующие пороки: завитки, глазки светлые и черные без ограничения количества и размеров во всех слоях; косослой во всех слоях до 7% для трехслойной и до 10% для многослойной фанеры; кремнина во всех слоях в виде полос без разрушения древесины шириной до 200 мм при расстоянии между ними не менее 300 мм; перерезание годичных слоев при расстоянии между ними не менее 10 мм; прорости светлые и черные, сросшиеся с завитками или свилеватостью, на рубашках — до 50 мм, в серединках — без ограничения; синева без внешних признаков разрушения древесины в виде отдельных полос; сучки здоровые, вполне сросшиеся, и черные, не выпадающие, размером до 10 мм; сучки черные, выпадающие, размером до 5 мм; твердая темнина шириной до 3 мм без ограничения длины и количества; коробление не более чем у 10% общего количества листов партии со стрелой прогиба до 30 мм на 1 пог. м по диагонали листа; прохождение клея не более чем на одной четверти поверхности листа; трещины торцевые, плотно сомкнутые с двух сторон, длиной до 75 мм каждая в количестве не более трех.

Влажность фанеры бакелитовой и смоляной склейки должна быть в пределах 6—9%, а склеенной белковыми клеями 6—12%.

При приемке фанеру подвергают наружному осмотру и физико-механическим испытаниям. Для физико-механических испытаний отбирают из каждой запрессовки или из нескольких смежных запрессовок одного и того же пресса, произведенных в одной смене, 3% листов из числа тех, на которых видно наибольшее число дефектов. Из каждого отобранного для физико-механических испытаний листа вырезают два или три комплекта образцов в зависимости от размера листа. Каждый комплект состоит из следующих образцов:

- 1) один образец для определения объемного веса и влажности;
- 2) один образец для испытания на растяжение вдоль волокон;
- 3) один образец для испытания крепости склейки в сухом состоянии;
- 4) один образец для испытания крепости склейки после кипячения в воде в течение 1 часа.

Объемный вес фанеры определяют на образцах квадратной формы, изготовленных под угольник с размерами:

- 1) 75×75 мм для фанеры толщиной 1,0; 1,5 и 2,0 мм;
- 2) 50×50 мм для фанеры толщиной 2,5 мм и выше.

Образцы измеряют по длине и ширине с точностью до 0,1 мм и по толщине с точностью до 0,01 мм, а взвешивают с точностью до 0,01 г.

Объемный вес вычисляют с точностью 0,01 г/см³ по формуле

$$\gamma = \frac{G}{V} \text{ г/см}^3,$$

где γ — объемный вес фанеры в г/см³;

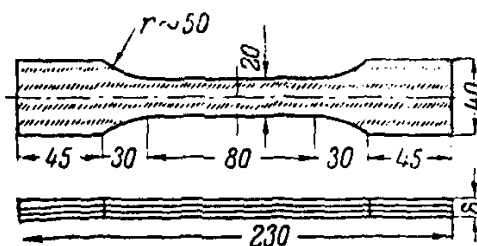
G — вес образца в г;

V — объем образца в см³.

Влажность фанеры определяют с точностью до 0,5% на образцах такой же формы, что и объемный вес.

Для определения временного сопротивления растяжению вырезают вдоль волокон рубашки образец, изображенный на фиг. 31. В рабочей части образца не должно быть каких-либо пороков.

Испытание образцов производят на обычном разрывном прессе со скоростью нагружения 2000 кг/см^2 в минуту. Временное сопротивление



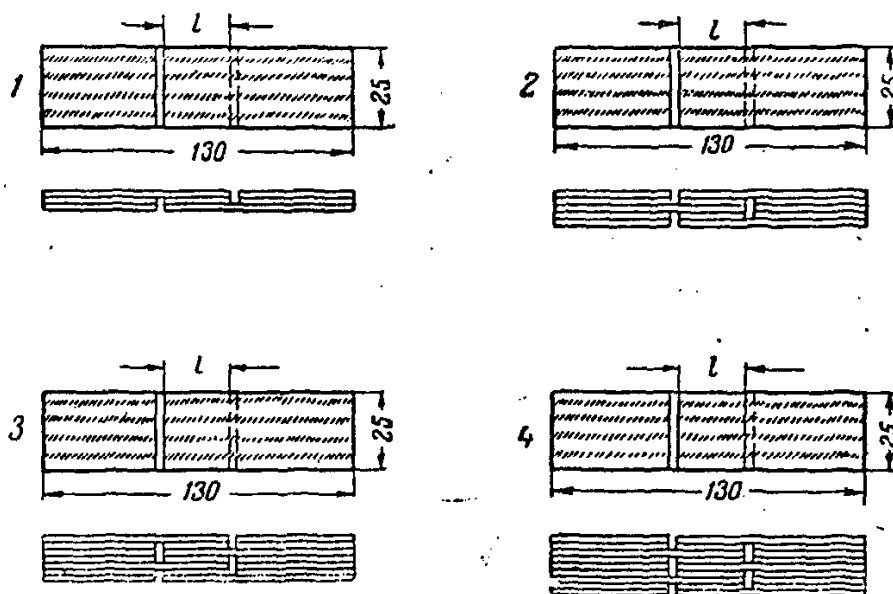
Фиг. 31. Образец для испытания фанеры на растяжение.

ние фанеры растяжению подсчитывают с точностью 5 кг/см^2 по формуле

$$\sigma = \frac{P}{a\delta} \text{ кг/см}^2,$$

где P — нагрузка, вызвавшая разрушение образца, в кг;
 a и δ — сечение рабочей части образца в см.

Временное сопротивление скалыванию по склейке в сухом состоянии определяют на образцах, изображенных на фиг. 32. Длина скалы-



Фиг. 32. Образцы для испытания фанеры на скалывание по склейке.

1 — трехслойная фанера; 2 — пятислойная; 3 — семислойная; 4 — девятислойная.

ваемой поверхности, в зависимости от количества слоев и толщины фанеры, устанавливается следующая:

- | | | |
|------------------------------------------------|---------------|---------------------|
| 1) трехслойная фанера толщиной | 1,5—2,5 мм | $l = 15 \text{ мм}$ |
| | 3,0 мм и выше | $l = 20 \text{ мм}$ |
| 2) пятислойная фанера толщиной | 1,5—2,0 мм | $l = 10 \text{ мм}$ |
| | 2,5—4,0 мм | $l = 20 \text{ мм}$ |
| 3) 7, 9 и 11-слойная фанера толщиной | 6—12 мм | $l = 20 \text{ мм}$ |

Испытание образцов ведут на разрывном прессе обычного типа со скоростью нагружения 100 кг/см^2 в минуту; временное сопротивление

скалыванию по склейке подсчитывают с точностью до 1,0 кг/см² по формуле

$$\sigma = \frac{2 \cdot P}{a \cdot b (n - 1)} \text{ кг/см}^2,$$

где P — нагрузка, вызвавшая разрушение образца, в кг;

a — длина скалываемой поверхности в см;

b — ширина скалываемой поверхности в см;

n — число слоев.

Для определения водоупорности фанеры ее испытывают на скалывание по склейке после кипячения. Испытание производится на нормальных образцах (см. фиг. 32). После обмера образцы помещают в кипящую воду на 1 час таким образом, чтобы вода могла свободно омывать их со всех сторон. Через 10 мин. по окончании кипячения образцы испытывают, причем испытание и подсчет временного сопротивления скалыванию ведут так же, как и при определении прочности склейки в сухом состоянии.

Физико-механические свойства авиафанеры зависят от качества шпона, качества клея и правильности проведения технологического процесса изготовления фанеры. Годной для самолетостроения фанера считается лишь в том случае, если ее физико-механические свойства соответствуют требованиям, указанным в табл. 4.

Таблица 4

Расчетные характеристики физико-механических свойств авиафанеры

Толщина фанеры мм	Число слоев	Объемный вес фанеры, г/см ³ , склеенной		Растяжение вдоль волокон рубашки кг/см ² , склеенной			Скалывание по склейке, кг/см ² , склеенной			
		бакелитовой пленкой и смолой	белковыми клеями	бакелитовой пленкой и смолой		белковыми клеями	бакелитовой пленкой и смолой		белковыми клеями	
				I сорт	II сорт		в сухом состоянии	после кипя- чения в те- чение 1 часа	в сухом состоянии	после кипя- чения в те- чение 1 часа
1,0	3	0,80	0,70	750	650	700	—	16	—	8
1,5—2,0	3	0,80	0,70	750	650	700	18	16	15	8
2,0	5	0,80	0,70	750	650	700	18	14	15	7
2,5	3	0,80	0,70	750	650	700	18	14	15	7
2,5	5	0,80	0,70	750	650	700	18	14	15	7
3,0—4,0	3	0,80	0,70	750	650	700	18	14	15	7
3,0—4,0	5	0,80	0,70	750	650	700	18	14	15	7
5,0	3	0,77	0,70	700	650	700	22	14	17	7
5,0	5	0,77	0,70	700	650	700	22	14	17	7
6,0	5	0,77	0,70	650	600	650	22	14	17	7
6,0	7	0,77	0,70	650	600	650	22	14	17	7
8,0	5 и 7	0,77	0,70	610	500	610	27	14	27	7
10,0	7	0,77	0,70	610	500	610	27	14	27	7
10,0	9	0,77	0,70	610	500	610	27	14	27	7
12,0	9	0,77	0,70	610	500	610	27	14	27	7
12,0	11	0,70	0,70	610	500	610	27	14	27	7

Хранение авиационной фанеры и шпона

На базисных складах фанера и шпон хранятся в крытых отапливаемых и вентилируемых помещениях, называемых навесами. Отопительные приборы в навесах располагаются внизу, а вентиляция осуществляется через лючки, расположенные в нижней и верхней частях стен.

Фанеру и шпон укладывают в стопы на основаниях высотой от пола навеса не менее 0,3 м. Во избежание коробления фанеры и шпона через каждые 50 см стопы прокладываются деревянные щиты. Сверху стопу накрывают также деревянным шнтом. Стопы располагают по сторонам навеса, оставляя в середине главный проход шириной 2 м. Расстояния между стопами должны быть 0,5—1,0 м, а между стопами и стеной 0,5 м. Основания под стопы и щиты изготовляют из сухого и здорового лесоматериала.

В цеховых складах фанеру и шпон хранят в стеллажах, разбитых на секции высотой 0,8—1,0 м. Уровень нижней секции от пола должен быть не менее 0,5 м, а расстояние от стеллажа до стены — не менее 0,5 м.

В каждую стопу и секцию стеллажа укладывают фанеру и шпон лишь одного размера и сорта. На стопы и секции прибивают фанерные дощечки с указанием способа клейки, размеров и сорта хранящейся фанеры и шпона. Фанеру и шпон, не удовлетворяющие требованиям ГОСТ, укладывают в отдельные стеллажи или стопы.

Состояние воздуха в навесе должно обеспечивать равновесную влажность древесины 7—10%, что соответствует влажности фанеры 5—9%.

На рабочем месте и у станка фанеру и шпон хранят на передвижном основании или на тележке высотой от пола 0,3 м. Класть авиационную фанеру и шпон на пол в цехах и складах запрещается.

8. ОБЛАГОРОЖЕННАЯ ДРЕВЕСИНА

Простейшим видом облагораживания древесины является камерная сушка ее перед употреблением. Камерная сушка стерилизует древесину и уменьшает ее гигроскопичность. Но высушенная в камере древесина может подвергнуться нападению грибков при последующем увлажнении, так как камерная сушка все же незначительно уменьшает ее гигроскопичность.

Для повышения механических качеств и для снижения неоднородности древесины ее уплотняют прессованием. Прессуют или цельную или измельченную древесину. Но прессованная древесина при повышенных механических качествах имеет и повышенный объемный вес, а под действием воды сильно разбухает. Поэтому такая древесина не может найти широкого применения в самолетостроении.

Гораздо лучше материал, получаемый в результате прессования древесины при повышенной температуре в металлическом цилиндре, наполненном смолой. При этом древесина прессуется и одновременно пропитывается со всех сторон смолой. Полученный таким способом материал, называемый лигностомом, имеет повышенные механические качества и под действием влаги лишь незначительно изменяет форму и размеры. Но лигностом также не нашел широкого применения в самолетостроении, потому что дефекты строения древесины сильно снижают однородность материала, а отобрать для изготовления лигностона крупные заготовки без дефектов затруднительно. Лигностом, полученный прессованием измельченной древесины, плохо сопротивляется растяжению, статическому и динамическому изгибам.

Наилучшие качества имеет облагороженная древесина, изготовленная методом горячего прессования шпона, пропитанного спиртовым или водным раствором специальных фенольно- или крезольно-формальдегидных смол. Из таких слоистых материалов в самолетостроении применяются дельта-древесина и балинит.

Дельта-древесина

Дельта-древесина — это доски или листы, полученные горячим прессованием березового шпона, пропитанного смолой.

Для изготовления дельта-древесины применяют спиртовые смолы марок СБС-1 и СКС-1 и водоспиртовые смолы марок СБС-2 и СКС-2. Шпон прессуют под давлением 90—110 кг/см² при температуре около 150°.

В производстве дельта-древесины используют березовый шпон толщиной 0,5—0,7 мм, удовлетворяющий требованиям ГОСТ на авиационный березовый шпон, причем через каждые 10 листов, уложенных вдоль волокон рубашки листа или доски, укладывается один лист поперек волокон. Содержание шпона в дельта-древесине колеблется в пределах 80—88% и смолы — 12—20% по весу. Объемный вес дельта-древесины равен 1,25—1,40 г/см³, эксплуатационная влажность 5—7% и водопоглощаемость за 24 часа — 3%.

Дельта-древесина обладает малой гигроскопичностью и абсолютной грибостойкостью, легко поддается всем видам механической обработки, хорошо склеивается белковыми, смоляными и карбамидными клеями после механической обработки и очистки поверхности от масляных пятен и пыли.

Установлены четыре сорта дельта-древесины. Физико-механические качества их приведены в табл. 5.

Таблица 5

Расчетные показатели механических качеств дельта-древесины

Механические качества дельта-древесины при влажности 5%	Сорта дельта-древесины			
	А	А ₁	Б	В
Временное сопротивление растяжению вдоль волокон, кг/см ²	2650	2600	2400	2200
Временное сопротивление сжатию вдоль волокон, кг/см ²	1750	1600	1700	1550
Временное сопротивление скалыванию по склейке продольных слоев, кг/см ²	140	140	140	120
Временное сопротивление ударному изгибу параллельно плоскости склейки, кгсм/см ²	80	80	80	70

Дельта-древесина сортов А, А₁ и Б применяется для силовых деталей самолета, как то: лонжероны, силовые шпангоуты, лопасти воздушного винта и т. д. Дельта-древесина сорта В применяется для ответственных приспособлений, штампов для холодной штамповки листовых цветных металлов и т. д. Кроме того, дельта-древесину можно использовать в качестве электроизоляционного материала. Для контроля физико-механических качеств дельта-древесины отбирается из каждой запрессовки 10% досок, из которых вырезают образцы для определения сопротивления растяжению вдоль волокон, сжатию вдоль волокон, скалыванию параллельно волокон, динамическому изгибу, влажности и объемного веса.

Схема вырезки образцов и их количество от каждой отобранной доски, а также форма изготовления образцов регламентированы ГОСТ на дельта-древесину. Физико-механические испытания образцов прово-

дятся по ранее описанной методике. Временное сопротивление сжатию приводится к влажности 5% по формуле

$$\sigma_5 = k \cdot \sigma_W,$$

где k — переводный коэффициент на влажность.

Значения k приведены в табл. 6.

Таблица 6

Значения переводного коэффициента k на влажность

Влаж- ность %	Десятые доли процента									
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
3	0,812	0,821	0,830	0,839	0,848	0,857	0,866	0,875	0,885	0,894
4	0,903	0,913	0,922	0,932	0,942	0,951	0,961	0,971	0,980	0,990
5	1,000	1,010	1,020	1,030	1,039	1,049	1,059	1,069	1,079	1,088
6	1,098	1,108	1,117	1,127	1,137	1,146	1,155	1,165	1,174	1,183
7	1,192	1,201	1,210	1,218	1,227	1,235	1,243	1,251	1,259	1,266
8	1,274	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Влажность дельта-древесины определяют на образцах размером $15 \times 15 \times 15$ мм, подвергнутых испытанию на сжатие. Образцы размельчают и в бюксах с открытыми крышками помещают в сушильный шкаф при температуре $100-105^\circ$ на 12 час., а затем взвешивают с точностью 0,01 г. Влажность подсчитывают с точностью 0,1% по формуле

$$W = \frac{G_1 - G_2}{G_2 - G} \cdot 100 + 0,3,$$

где G_1 — вес бюксы с навеской до высушивания в г;

G_2 — вес бюксы с навеской после высушивания в г;

G — вес бюксы в г;

0,3 — поправка на ускоренный метод определения влажности.

Балинит. Технология производства балинита аналогична технологии производства дельта-древесины, но березовый шпон предварительно подвергается химической обработке, в результате которой шпон получает усадку. При этом прочность шпона повышается в 2,5—3,0 раза. Шпон прессуют под давлением $50-70$ кг/см² при температуре около 150° . Содержание шпона в балините должно быть 75—85% и смолы 15—25% по весу. Объемный вес балинита равен $1,20-1,45$ г/см³, влажность 2,0—8,5 и водопоглощаемость за 24 часа 8—10%.

Балинит выпускается в листах толщиной 1—6 мм. Он поддается всем видам механической обработки и хорошо склеивается белковыми, смоляными и карбамидными клеями после механической обработки и очистки поверхности от масляных пятен и пыли.

Установлены три сорта балинита; механические качества их приведены в табл. 7.

Таблица 7

Расчетные показатели механических качеств балинита

Сорт	Временное сопротивление растяжению, кг/см ² при толщине листа								
	1,0 мм			1,5—3,0 мм			3,5—6,0 мм		
	вдоль волокон	поперек волокон	под углом 45°	вдоль волокон	поперек волокон	под углом 45°	вдоль волокон	поперек волокон	под углом 45°
A	1400	900	800	1800	1400	800	1700	1200	700
B	1000	700	700	1500	1000	700	1200	900	600
C	850	595	595	1275	850	595	1020	765	510

Балинит сортов А и В применяется для изготовления силовых деталей самолета, а сорта С — для несиловых деталей. Кроме того, балинит может применяться в качестве заменителя текстолита и гетинакса для выравнивающих прокладок, амортизационных подкладок и т. д.

Для контроля физико-механических качеств балинита отбирают из каждой запрессовки 2—5% общего числа сделанных листов. Из этих листов вырезают образцы для определения сопротивления растяжению, водопоглощаемости, влажности и объемного веса.

Схема раскроя листа, количество образцов от каждого листа и форма их изготовления регламентированы ГОСТ на листовой балинит. Испытания проводят по ранее описанной методике.

Дельта-древесину и балинит следует хранить в сухих складах с относительной влажностью воздуха не выше 75%. Доски и листы укладывают в штабели или стопы без прокладок, причем высота штабеля или стопы от пола должна быть не ниже 0,3 м.

ГЛАВА II

ХРАНЕНИЕ, РАСКРОЙ И СУШКА ДРЕВЕСИНЫ

1. ХРАНЕНИЕ АВИАДРЕВЕСИНЫ

Планировка лесного склада

Древесина поступает на авиационные заводы в виде брусков и досок с различной влажностью. На заводских лесных складах она подвергается сортировке, хранению, воздушной сушке и частичной распиловке. Во время хранения древесина не должна понижать своих физико-механических качеств, для чего лесной склад должен удовлетворять следующим требованиям. Место под лесной склад выбирается возвышенное, с песчаным грунтом, открытое для господствующих ветров. Склад должен быть правильно спланирован, иметь сеть дренажных канав и уклон для стока дождевых вод; он должен быть удален от жилых строений не менее чем на 50 м, а от объектов, могущих быть источниками заражения древесины с подветренной стороны, не менее чем на 100 м. С наветренной стороны наличие таких объектов вообще не допускается.

Для правильного хранения и сушки древесины лесной склад должен иметь достаточную площадь и должен быть разбит на следующие участки:

- 1) разгрузочную и погрузочную площадки;
- 2) участок для вновь прибывающей древесины (карантинный);
- 3) участок для длительного хранения древесины;
- 4) распиловочный участок;
- 5) участок для хранения брака;
- 6) участок для утилизации отходов.

Разгрузочная и погрузочная площадки должны находиться в разных пунктах; они оборудуются необходимыми механизмами для работы и могут быть:

1) эстакадного типа на каменных или деревянных столбах с настилом из здорового сухого лесоматериала, стерилизованного и пропитанного креозотом;

2) мощеные камнем и асфальтированные.

Участок для вновь прибывающей древесины оборудуется навесами для временного хранения ее (фиг. 33). В таких навесах древесина хранится в период физико-механических испытаний, но не больше одного летнего сезона.

Навесы для временного хранения древесины строятся длиной 30 м и шириной 8 м, емкостью до 150—180 м³. Основание навеса и основание под штабели устанавливаются на каменных столбах. Высота основания штабеля от уровня пола в навесе должна быть не менее 70 см. Деревянные части навеса изготовляют из здорового, сухого лесоматериала, стерилизованного и пропитанного креозотом. Грунт под штабелями засыпается песком или шлаком, а в местах сортировки пиломатериала покрывается камнем или асфальтом.

Крыша может быть железной или двойной толевой по сплошной обрешетке, со свесом (козырьком) не менее 2,5 м.

Участок для длительного хранения древесины оборудуется навесами емкостью до 300 м³, длиной 30—35 м и шириной 12—16 м (фиг. 34). В таких навесах укладывается древесина с влажностью не выше 20%.

Вся площадь под навесом покрывается камнем, бетонируется или асфальтируется по бетонному основанию. Основания навеса и штабелей устраиваются на каменных столбах. Высота основания штабелей от пола — 70—100 см. Деревянные части навеса делают из здорового сухого лесоматериала, стерилизованного и пропитанного креозотом.

Штабели в навесах укладывают по сторонам, длиной штабеля параллельно продольной оси навеса. В середине для транспортировки материалов оставляют проезд шириной 3 м.

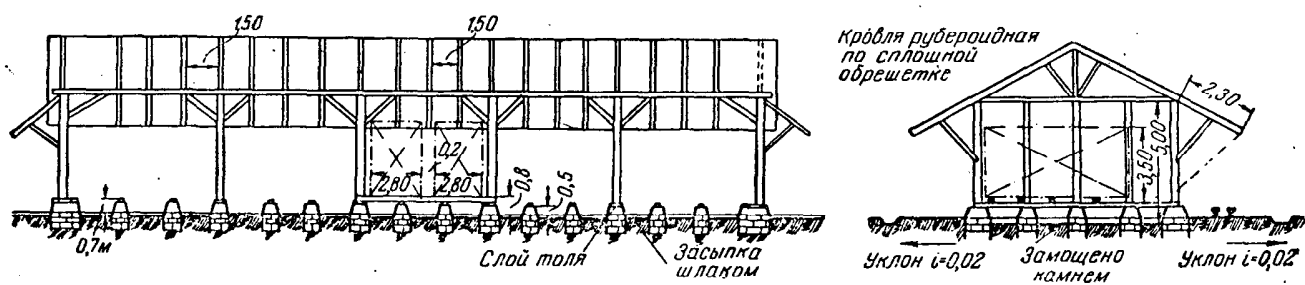
Стены навеса состоят из подъемных щитов на петлях и из приставных щитов типа жалюзи для зимнего времени. Крыша может быть железной или двойной толевой по сплошной обрешетке со слуховыми окнами для вентиляции и освещения.

Навесы располагают на расстоянии 10—20 м один от другого и группы навесов отделяют пожарными проездами шириной не менее 30 м.

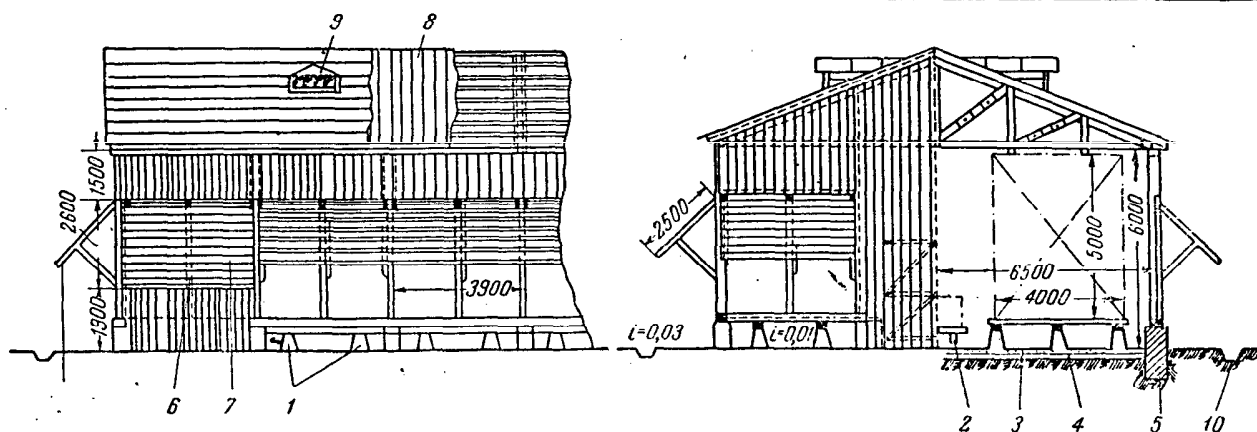
На территории склада навесы размещают так, чтобы длина укладываемого в них материала была перпендикулярна направлению господствующих ветров (фиг. 35).

Хранение и воздушная сушка древесины

Поступившую на лесной склад древесину следует уложить в течение 48 час. в теплое время года и 72 час. в холодное в навесы карантинного участка. Пиломатериалы укладываются в штабели повагонно



Фиг. 33. Навес для временного хранения авиадревесины.

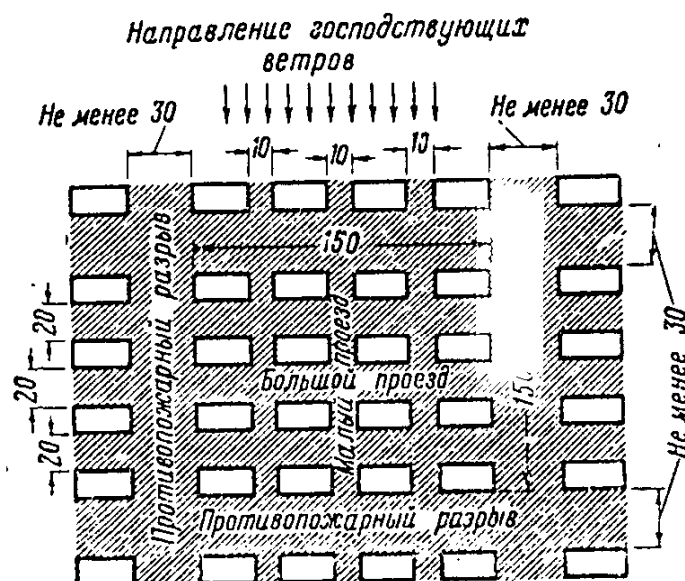


Фиг. 34. Навес для постоянного хранения авиадревесины.

1—бетонные тумбы подштабельного основания; 2—узкоколейка; 3—бетонный пол толщиной 100 мм; 4—песчаная подсыпка толщиной 200 мм; 5—кирпичные фундаменты под стойки навеса сечением 500×500 мм;

6—приставной щит из досок для зимнего периода; 7—подъемный щит на петлях; 8—опалубка из досок под толстую крышу; 9—слуховое окно для вентиляции и освещения навеса; 10—канавки для отвода дождевой воды.

на прокладках со шпациями (разрывами) между досками и брусками. Прокладки делают из сухой здоровой древесины с влажностью 7—10%. Прокладки и шпации располагают строго друг над другом. Размеры



Фиг. 35. Расположение навесов для длительного хранения авиадревесины на территории лесного склада.

прокладок и шпаций устанавливаются в зависимости от влажности и размеров сортимента (табл. 8).

Таблица 8

Размеры прокладок и шпаций

Наименование сортимента	Размеры сортимента, мм		Размеры прокладок, мм		Шпации при влажности материала, мм		Расстояние между прокладками по длине штабеля, м
	толщина	ширина	толщина	ширина	ниже 25%	выше 25%	
Доски толстые	до 50	до 400	45	45	50—70	100—150	1,0—1,5
	до 50	более 400	45	45	100—120	150—200	1,0—1,5
	более 50	до 400	45	45	100—120	150—200	1,5—2,0
	более 50	более 400	45	45	120—150	200—250	1,5—2,0
Доски тонкие	до 30	до 300	25	45	50—70	100—150	0,8—1,2
Бруски	по техническим условиям		45	45	половина ширины бруска	до ширины бруска	1,5—2,0

Расстояние между отдельными штабелями при укладке авиадревесины должно быть от 0,2 до 0,6 м.

Торцы древесины для предохранения от появления торцевых трещин покрывают одним из следующих составов:

- 1) белила (или сурик) тертые, густо разведенные на олифе;
- 2) пековая замазка, приготовленная по рецепту: пек каменноугольный 40 весовых частей, смола древесная 36 весовых частей и мел плавный 24 весовых частей;

3) смоляно-известковая замазка, приготовленная по рецепту: смолы древесной 83 весовых части и извести 17 весовых частей.

На каждом штабеле должна быть трафаретная табличка с указанием номера штабеля и даты поступления древесины. В складской книге против номера штабеля записывают подробные сведения о поступившем материале.

При укладке авиадревесины на временное хранение от нее отбираются пробы для физико-механических испытаний, а также производится сортировка ее и приемка. В том случае, если поступившая на лесной склад древесина имеет высокую влажность или признаки микологических заражений, ее подвергают стерилизации и камерной сушке до влажности 7—10%.

Проверенную, принятую и рассортированную древесину маркируют и укладывают в навесы на участке длительного хранения. Следует запомнить, что укладывать на длительное хранение можно лишь древесину с влажностью до 20% и удовлетворяющую всем техническим требованиям на авиадревесину.

В штабели древесину укладывают на прокладках и со шпациями, отдельно сплавную от сухопутной, по породам и размерам, причем доски кладут правой стороной вверх.

Толщина прокладок должна быть одинаковой, так как при прокладках разных толщин материал при хранении искривляется. Крайние прокладки следует укладывать заподлицо с торцами материала. Это предохраняет торцы от растрескивания.

Принятые размеры штабелей: ширина 4 м, высота 5—6 м и длина, равная длине укладываемого материала. Расстояние между торцами соседних штабелей должно быть не менее 0,8 м.

При сушке древесины, уложенной в штабели, наиболее интенсивно высыхают верх и бока штабеля. Для достижения равномерной по всему штабелю сушки при укладке брусков с влажностью выше 25% следует в нижней части штабеля устроить три вертикальных канала, для чего пропускают один ряд брусков (фиг. 36).

Скорость воздушной сушки древесины, уложенной в штабель, регулируется плотностью укладки, а также открытием и закрытием боковых и нижних щитов навесов (в зависимости от погоды). Древесные породы, подверженные растрескиванию (дуб, лиственница), укладывают более плотно, что предотвращает растрескивание.

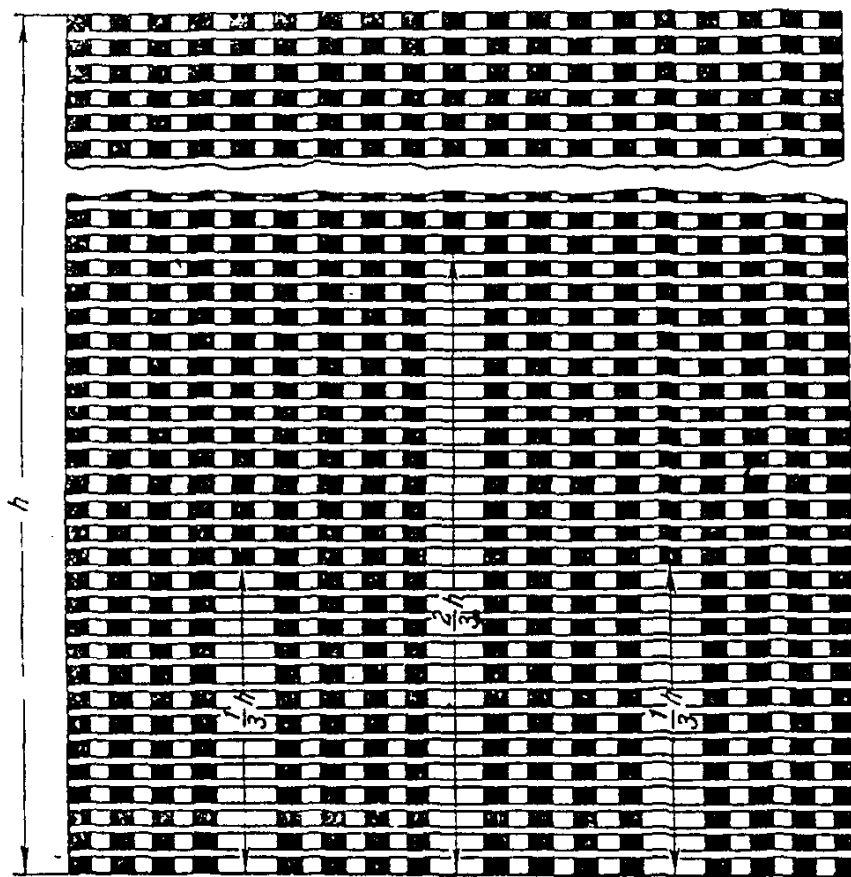
При сухой и нежаркой погоде нижние щиты должны быть убраны, а боковые подняты. Наоборот, в жаркую погоду во избежание растрескивания материала боковые щиты следует опускать, а иногда и закрывать нижние щиты. В холодную погоду, во время осадков закрывают нижние и верхние щиты. При длительном хранении штабели следует периодически перекладывать и бракованную древесину удалять на участок хранения брака. Древесина, забракованная по микологическим признакам, немедленно удаляется с территории склада.

Первый раз штабели перекладывают по истечении летнего сезона; в последующем перекладывания производят через каждые два года. После полной воздушной сушки древесину сортируют и укладывают более плотно.

Территорию склада и навесы необходимо содержать в строгой чистоте: мусор, щепу, опилки и куски древесины нужно немедленно и весьма тщательно убирать. Ежегодно весной всю территорию склада нужно дезинфицировать, поливая ее 2,5%-ным раствором серной кислоты или раствором, составленным по рецепту: негашеной извести 20 весовых частей, серного цвета 1 весовая часть и воды 100 весовых частей. Этот состав одновременно предохраняет территорию от роста травы.

Навесы необходимо периодически осматривать и деревянные детали, поврежденные грибами, немедленно удалять, заменяя их деталями из сухой, здоровой древесины.

На распиловочном участке производят торцовку, частичный раскрой и вырезку дефектных мест.



Фиг. 36. Укладка брусков в штабель с влажностью выше 25%.
 h —высота штабеля.

На участке утилизации отходов бракованную авиационную древесину разрабатывают на мелкие сортименты для самолетостроения или для изготовления приспособлений, шаблонов и ступеней.

Участок хранения брака оборудуется навесами для временного хранения древесины.

Хранение авиадревесины в производственных цехах

В производственных цехах древесина хранится у станков в период обработки, в складах заготовок и в специально отведенных местах на прокладках в виде брусков высотой не менее 15 см.

У станков в период обработки древесину нужно хранить на специальных стеллажах или тележках. Высота стеллажа или тележки от пола должна быть не менее 0,25 м. Класть древесину на пол запрещается.

В промежуточных складах заготовки хранят на специальных стеллажах из здорового сухого лесоматериала. Такие стеллажи должны быть разделены на секции, причем расстояние от пола до низа первой секции должно быть не менее 0,5 м.

Размер и количество секции в стеллаже определяются размерами и назначением заготовок.

Заготовки в секции укладывают по размерам: более крупного сечения — в нижние секции на прокладках; мелкие заготовки — в верхние

секции без прокладок — плотными стопками. У каждой секции стеллажа прибавляется дощечка с подробными сведениями о материале.

Целесообразнее располагать стеллажи вдоль стен склада на расстоянии не менее 1 м от стен.

В производственных помещениях заготовительных цехов состояние воздуха должно обеспечивать влажность древесины в пределах 7—10%.

2. РАСКРОЙ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Общие принципы раскроя

Для правильного использования древесных материалов на каждом заводе следует организовать централизованный раскрой, объединив его в одном раскроечном цехе. Такой цех должен включать специальные мастерские по раскрою древесины, фанеры, шпона и древесных пластинок. Для каждой мастерской следует разработать оптимальную технологию с учетом поточного метода производства и установить необходимое оборудование.

Централизованный раскрой устранит петлеобразное движение раскраиваемого материала и сократит в несколько раз путь продвижения деталей при обработке. При этом сократятся также количество занятых на раскросе квалифицированных рабочих и связанные с этим расходы.

Раскрой древесины

На каждом заводе древесину раскраивают по-своему. К сожалению, на большинстве заводов древесину раскраивают на безыменные длинномерные рейки без учета спецификаций. Построение технологического процесса по такому принципу исключает возможность организации потока и работы мастерской по графику. Такой раскрой обычно вызывает значительный перерасход древесины на единицу изделия, уменьшает производительность оборудования и дезорганизует производство, так как при этой системе работы трудно добиться комплектности по каждой операции и правильного использования материалов.

Совершенно другие результаты дает целевой раскрой, организованный по правильно построенному технологическому потоку. Такой метод раскроя позволяет правильно использовать древесину, увеличить полезный выход ее, увеличить коэффициент использования оборудования и организовать ритмичный поток.

В основу технологии при целевом раскросе берутся рейки комплектно по спецификации и учитывается их движение по всем операциям обработки как деталей.

Для этого метода работы рекомендуется следующая укрупненная схема технологического потока:

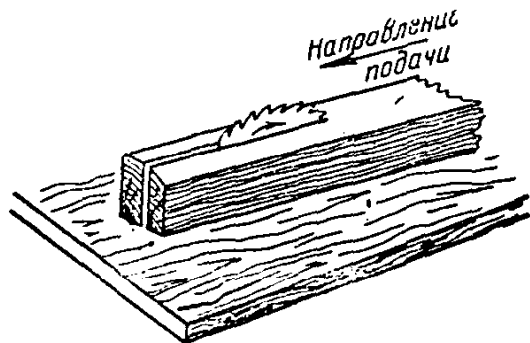
- 1) раскроечная мастерская,
- 2) контроль,
- 3) промежуточный склад сырых реек,
- 4) сушка сырых реек,
- 5) контроль,
- 6) заготовительная мастерская,
- 7) контроль,
- 8) склад сухих чистых реек.

Раскроечная мастерская

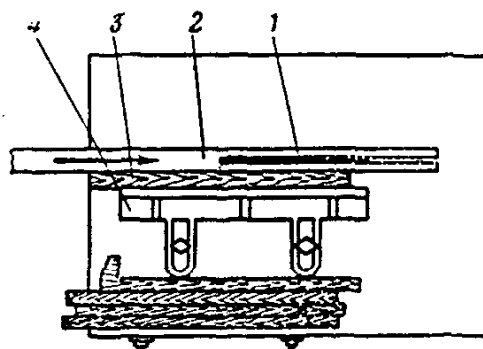
В раскроечной мастерской технологический процесс строится следующим образом.

Раскрой по длине на маятниковой пиле. Станочник раскраивает древесину по длине на четыре-шесть различных заданных размеров, от коротких до самых длинных сортиментов. Он получает задание (вывешивается у станка) с учетом комплектного выполнения и более высокого полезного выхода. На край раскроечного стола для удобства прибивается линейка, которой станочник и определяет длину сортимента.

Раскрой на планки. Раскroeнные по длине сортименты поступают на циркульную пилу для раскроя на планки вдоль и параллельно широкой пласти (фиг. 37). Станочник получает задание на несколько размеров по толщине. Для этого он должен иметь набор вкладышей определенной



Фиг. 37. Раскрой бруска на планки.



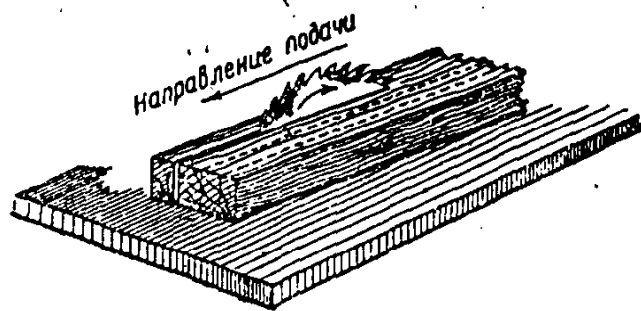
Фиг. 38. Раскрой брусков на планки различной толщины с помощью вкладышей.

ширины, при помощи которых можно получить любую заданную толщину планки (фиг. 38).

Раскрой планок на рейки. На циркульной пиле планки раскраивают на рейки, причем шириной реек является толщина планки (фиг. 39). Бруски и планки следует распиливать только по необрезной кромке во избежание перерезания годовых слоев.

В раскроечной мастерской рабочие закрепляются за станками и операциями. Выполненная работа учитывается в комплектах и может проводиться по графику.

Рейки, идущие для горячего гнутья, обрабатывают в раскроечной мастерской окончательно, для чего в ней дополнительно устанавливают фуговочный и рейсмусовочный станки.



Фиг. 39. Раскрой планки на рейки.

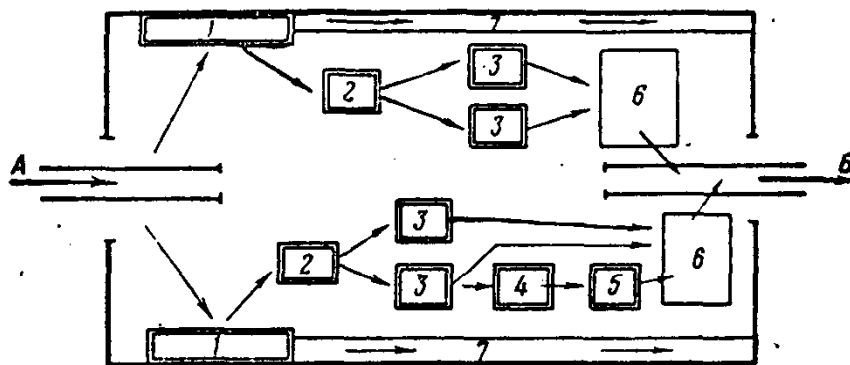
Все изготовленные рейки проходят контроль и принятые направляются на промежуточный склад сырых реек, а рейки, предназначенные для горячего гнутья, — в парилку.

На промежуточном складе рейки для предохранения от посинения укладывают по ячейкам на про-

кладках размером 20×25 мм со шпациями 25—30 мм. Наличие при раскроечной мастерской промежуточного склада позволяет правильно организовать контроль расхода древесины и учет реек в комплектах.

В соответствии с описанной технологией раскроечную мастерскую следует планировать по схеме, показанной на фиг. 40. Для удаления крупных отходов в мастерской должны быть предусмотрены ленточные транспортеры. Опилки, стружку и древесную пыль лучше всего удалять транспортной пневматической установкой.

Транспортировать бруски в мастерскую и рейки на промежуточный склад целесообразно на вагонетках по рельсовому пути. С промежуточного склада сырые рейки поступают комплектно в сушильные камеры. Сушка древесины в рейках увеличивает производительность сушильных камер, снижает стоимость сушки и предохраняет древесину от растрескивания.



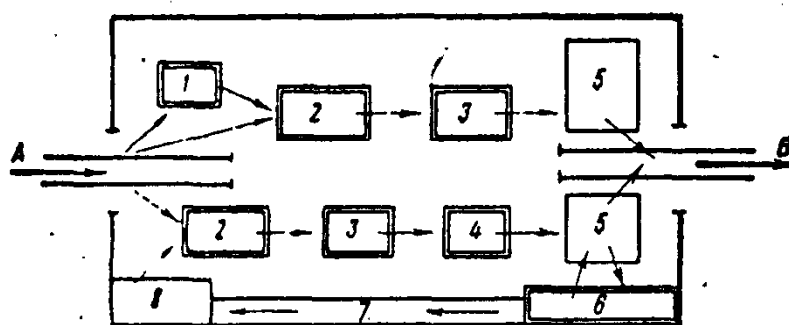
Фиг. 40. Планировка мастерской по раскрою древесины.

1—маятниковая пила; 2—циркульные пилы для распиловки брусков на планки; 3—циркульные пилы для распиловки планок на рейки; 4—фуговочный станок; 5—рейсмусовочный станок; 6—стола контроля; 7—ленточные транспортеры для удаления отходов.

После сушки рейки поступают в остывочное помещение, которое предпочтительно иметь под одной крышей с заготовительной мастерской.

Заготовительная мастерская чистых реек

Из остывочного помещения рейки подаются комплектно в заготовительную мастерскую чистых реек, где рейки обрабатывают до окончательных размеров по чертежу. В этой мастерской нужно иметь следующее оборудование: 1) фуговочные станки, 2) рейсмусовочные станки, 3) циркульные станки с бархатными пилами, 4) маятниковые пилы для переработки забракованных реек, 5) циркульные пилы для распиловки реек и планок перед строжкой.



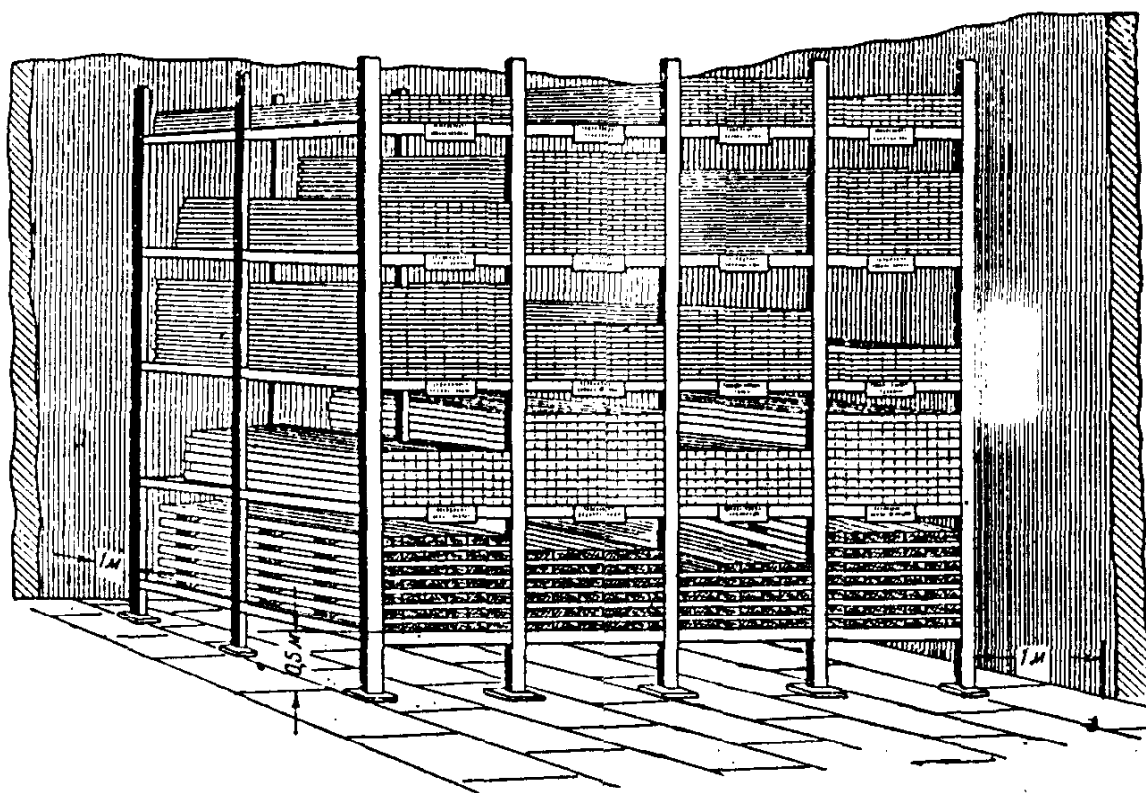
Фиг. 41. Планировка заготовительной мастерской.

1—циркульная пила; 2—фуговочный станок; 3—рейсмусовочный станок; 4—бархатная пила; 5—стола контроля; 6—маятниковая пила; 7—ленточный транспортер; 8—стол для укладывания реек, транспортируемых от маятниковой пилы.

Заготовительную мастерскую чистых реек следует планировать по схеме, показанной на фиг. 41. Рейки от маятниковой пилы целесообразно транспортировать ленточным транспортером, а с промежуточного склада в мастерскую и из мастерской в склад сухих реек — на вагонетках по рельсовому пути. Опилки, стружки и древесную пыль от станков удобно удалять транспортной пневматической установкой.

Работа такой мастерской должна регулироваться исключительно суточным графиком.

Все обработанные рейки предъявляются для контроля и после приемки сдаются в склад сухих чистых реек и укладываются в ячейки стеллажей по размерам. На каждой ячейке следует вывесить табличку с указанием наличия реек и количества реек, идущих на одно изделие (фиг. 42).



Фиг. 42. Склад сухих чистых реек.

Состояние склада сухих реек отражает работу всей заготовительной мастерской. В хорошо организованном складе можно легко и быстро установить наличие реек по размерам и определить обеспеченность производства готовым материалом.

На некоторых заводах древесину сушат в брусках. При этом схема технологического потока, конечно, иная. Но сушить древесину в брусках нерационально, и такую сушку нельзя рекомендовать.

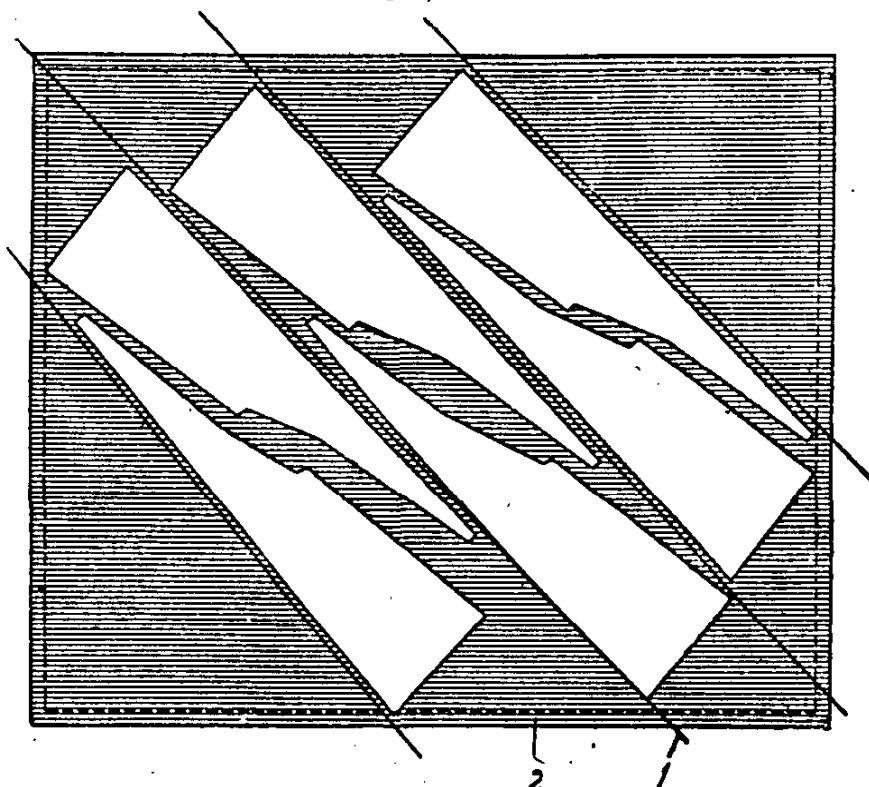
В самолетостроении применяется много сосновых реек толщиной 2—5 мм. В настоящее время такие рейки изготавливаются из брусков сечением 50×60 мм с малым коэффициентом полезного выхода. Целесообразнее изготавливать рейки такой толщины из ножевой фанеры. Это простое мероприятие повысит полезный выход древесины и сократит цикл изготовления реек.

Раскрой фанеры и шпона

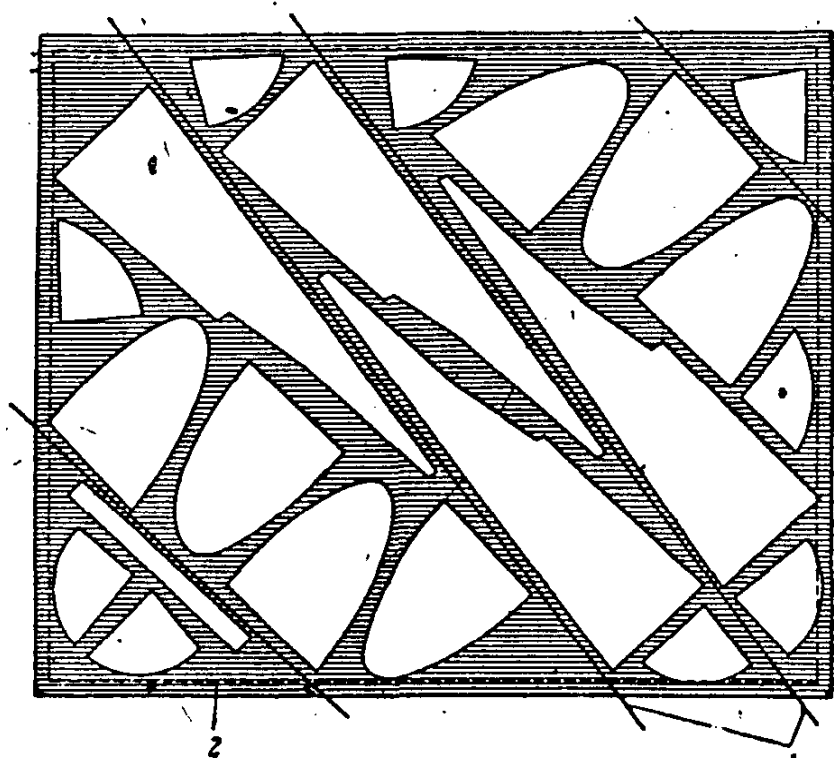
В мастерской по раскрою фанеры и шпона следует сосредоточить все раскроечные операции и подавать отсюда в деревообделочные цехи уже полностью готовые заготовки.

Из фанеры изготавливаются самые разнообразные детали самолета, и технолог имеет всегда возможность так организовать раскрой, чтобы получить минимум отходов. На фиг. 43 и 44 показаны две схемы раскроя фанеры, применяемые на одном из авиационных заводов. Сначала

применялся раскрой листа по схеме, изображенной на фиг. 43. При этом выход заготовок составлял всего 45%. Когда раскрой стали проводить по схеме, показанной на фиг. 44, то выход увеличился на 20%.



Фиг. 43. Схема нерационального раскроя фанеры.
1—линии первых резов; 2—припуск на оторцовку фанерного листа.



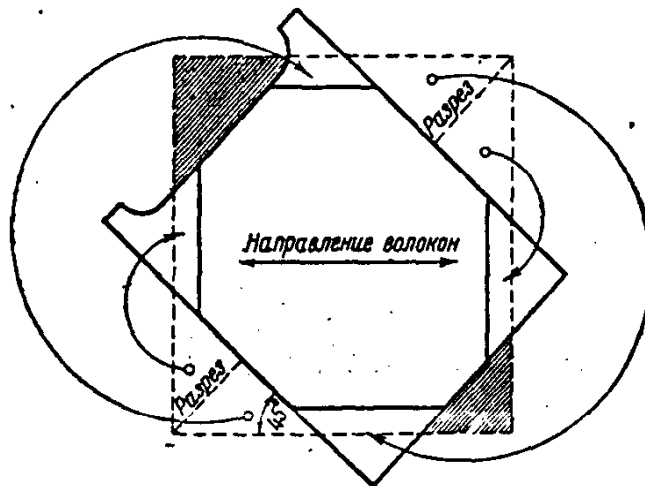
Фиг. 44. Схема рационального раскроя фанеры.
1—линии первых резов; 2—припуск на оторцовку фанерного листа.

Но и при этой схеме раскроя сочетание деталей выбрано не совсем удачное; более удачное сочетание деталей позволит довести полезный выход заготовок до 70—75%.

Листы фанеры с дефектами следует раскраивать индивидуально.

Для упрощения разметки фанерных листов на заготовки следует применять специальные комбинированные шаблоны. В этом случае разметка сводится к вычерчиванию конфигурации заготовок по наложенному на фанерный лист шаблону. Такие шаблоны вполне себя оправдали на ряде заводов. Продолжительность разметки по шаблону сокращается в несколько раз и на разметке можно использовать малоквалифицированных рабочих.

Для увеличения полезного выхода следует для каждого типа выпускаемых самолетов разработать оптимальную спецификацию фанерных листов, конечно, с учетом возможностей завода—поставщика фанеры. Централизованный рациональный раскрой фанерных листов оптимальных



Фиг. 45. Раскрой фанерного листа со стыкованием при заданном направлении волокон рубашки детали.

размеров по комбинированным шаблонам позволяет увеличить полезный выход заготовок на 30—50%.

При раскрое, когда заготовки с учетом направления волокон рубашки под углом 45° не укладываются в размер листа, целесообразно стыковать листы (фиг. 45). При этом используются листы меньших габаритных размеров и увеличивается полезный выход.

При раскрое фанера проходит следующие технологические операции: разметку по шаблонам, подбор листов и сколачивание их

в пачки, распиловку по разметке, фуговку или фрезеровку кромок и контроль.

Разметку ведут на разметочных столах следующим образом. На фанерный лист накладывают шаблон заготовки и очерчивают его конфигурацию карандашом или металлической чертилкой. При выкраивании из листа нескольких заготовок разметка усложняется и для упрощения ее следует применять специальный комбинированный шаблон. Разметку по такому шаблону может вести и малоквалифицированный рабочий.

Комбинированные шаблоны надо делать с таким расчетом, чтобы мастерская каждую смену сдавала свою продукцию комплектно. По одному шаблону можно разметать одновременно несколько листов. Для этого подбирают по внешнему виду четыре-пять фанерных листов одинакового размера с общей толщиной не более 20—25 мм, сколачивают их в пачки гвоздями диаметром 1,0—1,3 мм и длиной 20—25 мм с фанерными шайбами размером 30×30 мм. Выступающие концы гвоздей в местах отходов загибают, а в контуре заготовки откусывают кусачками. Размеченные пачки фанеры раскраивают на ленточной пиле.

После раскроя заготовки направляют на фрезерный станок для обработки наружного контура. У заготовок, идущих на склейку, фугуют кромки на фуговочном станке и снимают ус на фрезерном или циркульном станке. При снятии уса, необходимо обращать внимание на качество обработки его и на ширину. Ширина уса на всем протяжении должна быть одинаковой и равной шестнадцатикратной толщине фанеры. Шероховатость и волнистая поверхность уса не допускаются.

Шпон применяется в самолетостроении главным образом для выклейки обшивки. Он проходит следующие виды обработки: укладывание в пачки; раскрой по ширине; торцовку; стыковку по длине внахлестку, когда требуется длинный шпон; зачистку нахлестки; прямолинейное или фигурное фрезерование; контроль и комплектовку.

Для раскраивания по ширине шпон укладывают в пачки по 25 листов, скрепляют гвоздями или специальным зажимом и режут на ленточной пиле вдоль волокон с припуском по 5 мм на каждую сторону. Затем пачки торцуют на циркульном станке и направляют шпон на стыковку и фрезеровку.

Стыкуется по длине шпон на казеиновых или смоляных клеях внахлестку. Длина нахлестки должна быть не менее шестнадцатикратной толщины шпона. Стыкование ведут в пневматических или винтовых прессах (фиг. 46), обеспечивающих равномерное давление $1-3 \text{ кг/см}^2$ по всей склеиваемой поверхности без подогрева или с применением контактных электронагревателей. Одновременно в прессе следует зажимать не более 60—80 полос шпона.

Места стыков зачищают на шлифовальном станке или шлифовальным кругом при помощи пневмо- или электродрели.

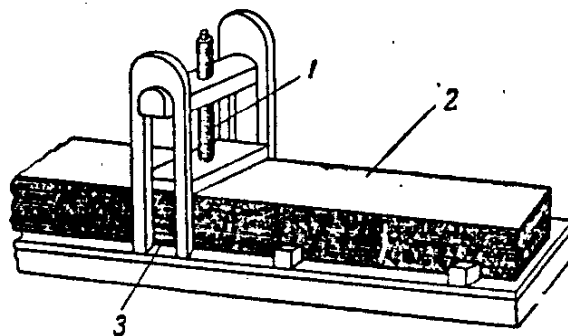
Фрезеруют шпон на вертикальном одношпиндельном фрезерном станке по шаблонам. В шаблон закладывают до 100 и более полос шпона и плотно зажимают их винтами. В зависимости от назначения шпон укладывается в шаблоны для прямолинейной (фиг. 47) или фигурной фрезеровки.

Фрезерованный шпон комплектуют в пачки с учетом расположения различных лент на выклеивном болване и направляют на промежуточный склад, где каждый номер ленты шпона помещают в специальную ячейку.

Планировка мастерской по раскрою фанеры и шпона должна предусматривать поточный метод производства (фиг. 48). В мастерской следует создать два самостоятельных потока: по раскрою шпона и по раскрою фанеры. По середине мастерской должны проходить рельсовый путь для подачи материалов и деталей и ленточный транспортер для удаления отходов. Опилки, стружки и древесная пыль удаляются пневматической транспортной установкой.

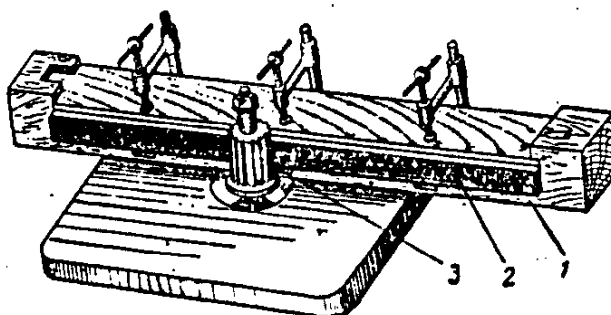
Раскрой древесных пластиков

Древесные пластики — дельта, древесина и балинит — являются материалом дорогим и поэтому раскраивать их надо особенно экономно,



Фиг. 46. Винтовой пресс для стыкования шпона по длине.

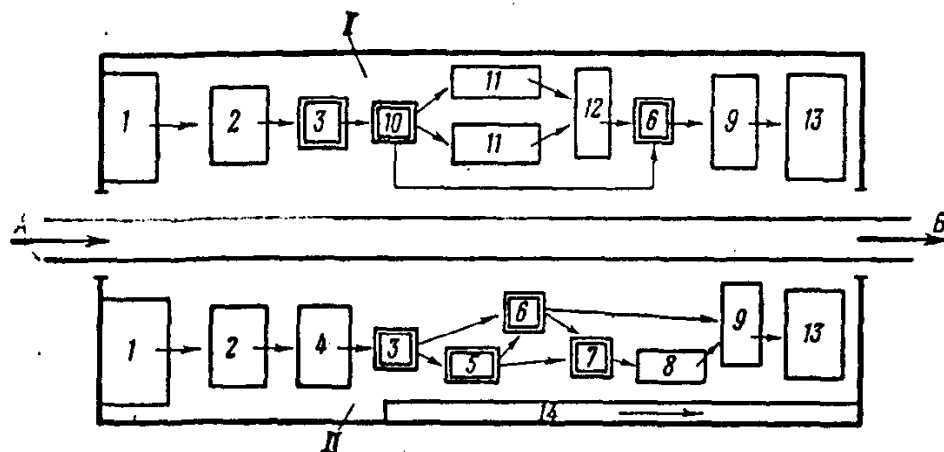
1—винтовой зажим; 2—пачка стыкуемого шпона; 3—пластинки контактного электронагревателя.



Фиг. 47. Шаблон для прямолинейной фрезеровки шпона.

1—фрезеровочный шаблон; 2—шпон; 3—фреза.

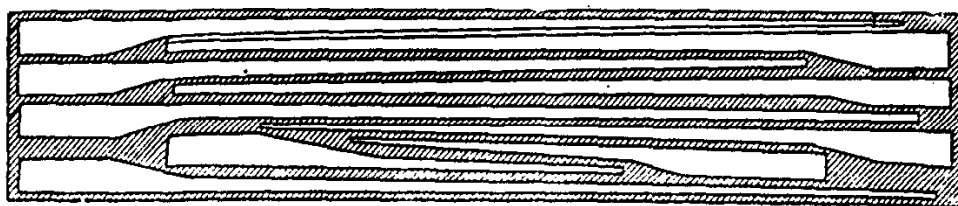
уделяя этому делу много внимания. Размеры досок и листов, дающих максимальный выход, устанавливаются заводами в соответствии со



Фиг. 48. Планировка мастерской по раскрою фанеры и шпона.

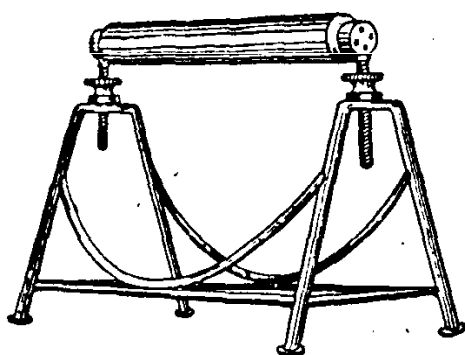
1—поток по раскрою шпона; 11—поток по раскрою фанеры.
1—подстопное место для фанеры и шпона; 2—разметочный стол; 3—ленточная пила; 4—стол подбора листов и сколачивания их в пачки; 5—фуговочный станок; 6—фрезерный станок для обработки кромок; 7—фрезерный или циркулярный станок для снятия уса; 8—пресс для склеивания фанеры на-ус; 9—контрольный стол; 10—циркулярная пила для торцовки шпона; 11—стол для стыковки шпона по длине; 12—стол для зачистки нахлестки; 13—стол комплектовки и сортировки заготовок; 14—ленточный транспортер для удаления отходов.

спецификацией деталей, изготавливаемых из дельта-древесины и балинита. При этом учитывается оптимальное сочетание выкраиваемых из



Фиг. 49. Схема раскроя доски дельта-древесины.

досок и листов заготовок и минимальные припуски на обработку. На фиг. 49 показан подбор оптимального размера доски путем вычерчивания на ней заготовок.



Фиг. 50. Подставка для раскраиваемой доски или листа дельта-древесины и балинита.

Разработанная на самолетном заводе спецификация сообщается заводу-поставщику, который в соответствии с ней и должен поставлять дельта-древесину и балинит. Древесные пластики следует размечать при помощи комбинированных шаблонов и оставлять минимальные припуски на обработку не более 3—5 мм на сторону.

В мастерской по раскрою древесных пластиков должны происходить следующие процессы: разметка по шаблонам, раскрой, фрезеровка наружного контура, двухсторонняя строжка и обработка поверхности под склейку.

Размеченные по шаблону доски раскраиваются на ленточной пиле, причем для облегчения подачи тяжелой доски на пилу перед станком устанавливается подставка с вращающимся роликом (фиг. 50).

Раскроенные заготовки обрабатываются по шаблонам на фрезерном станке и затем по толщине строгаются на рейсмусе с двух сторон. После строжки заготовки направляются на пескоструйный аппарат или на ленточно-шлифовальный станок для обработки поверхности под склейку. На ленточно-шлифовальном станке склеиваемые поверхности заготовок из дельта-древесины и балинита обрабатывают наждачной бумагой № 0-2 до получения равномерной шероховатости.

Транспортировать доски и листы в мастерской удобно на вагонетках по рельсовому пути. Для удаления опилок, стружки и пыли необходимо оборудовать мастерскую пневматической установкой.

3. СУШКА ДРЕВЕСИНЫ

Общие сведения

При определении режима сушки необходимо установить правильное соотношение между скоростью продвижения влаги из центральной части материала к его наружной поверхности и интенсивностью испарения влаги с поверхности. Для ускорения сушки следует увеличить скорость продвижения влаги к наружной поверхности, что и достигается повышением температуры.

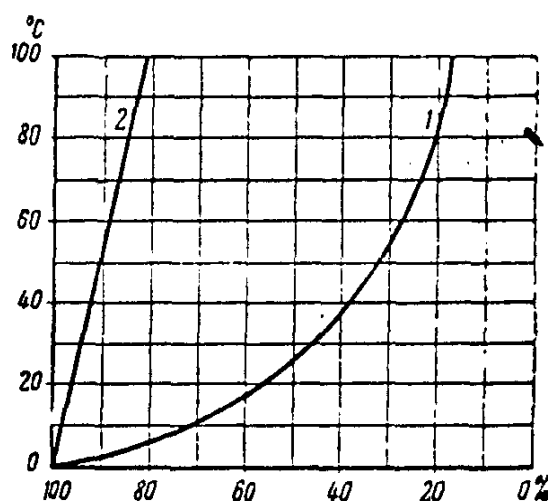
С повышением температуры уменьшаются вязкость и поверхностное натяжение воды (фиг. 51). С понижением вязкости воды увеличивается скорость продвижения ее к поверхности древесины; в то же время уменьшение поверхностного натяжения, понижая свойство капиллярности, уменьшает скорость продвижения влаги.

Сравнивая величины, влияющие на скорость продвижения влаги в древесине, можно видеть, что при температуре 100° вязкость понижается на 82%, а поверхностное натяжение только на 18%. Поэтому повышение температуры значительно увеличит скорость продвижения влаги к поверхности древесины. Кроме того, температура, повышая пластичность древесины, уменьшает возможность растрескивания ее от возникающих в процессе сушки внутренних напряжений.

Следовательно, сушить древесину выгоднее при сравнительно высоких температурах — около $50-70^{\circ}$.

Но при таких температурах влага с поверхности испаряется быстро и нарушается соответствие между количеством влаги, подводимой к поверхности древесины, и количеством влаги, испаряющейся с поверхности. В результате этого наружная поверхность высыхает раньше внутренней и в древесине возникают внутренние напряжения, которые могут привести к образованию трещин. Устранить указанное несоответствие во время сушки при сравнительно высокой температуре, т. е. уменьшить скорость испарения влаги с поверхности, можно повышением влажности воздуха.

Большую роль при сушке древесины играют направление и скорость движения воздуха в сушилке. Воздух подводит к древесине тепло и уносит с собой водяные пары.



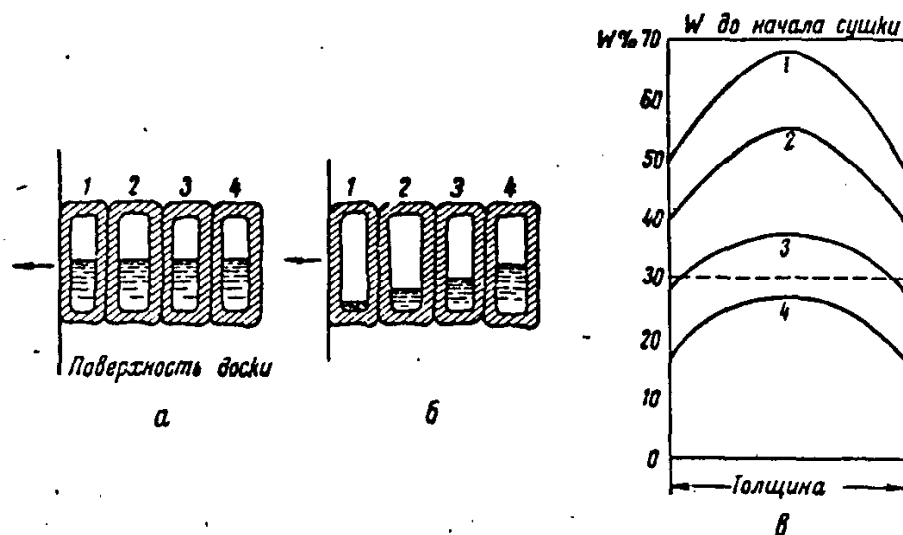
Фиг. 51. Зависимость вязкости 1 и поверхностного натяжения воды 2 от температуры.

Для правильного ведения сушки необходимо хорошо усвоить влияние температуры, влажности и движения воздуха и уметь управлять этими факторами.

Все древесные породы по характеру движения свободной влаги в древесине при ее высыхании делятся на две группы.

К первой группе относятся заболонные породы и заболонная древесина всех остальных пород. Стенки клеток заболони проницаемы для водяного пара и свободная влага перемещается из клетки в клетку с небольшим сопротивлением (фиг. 52).

В начале сушки содержание свободной влаги в клетках равномерное, что отмечено одинаковым уровнем (фиг. 52, а).



Фиг. 52. Схема движения свободной влаги при высыхании заболонной древесины.

а—в начале сушки; б—в процессе сушки; в—градиент влажности по толщине материала.

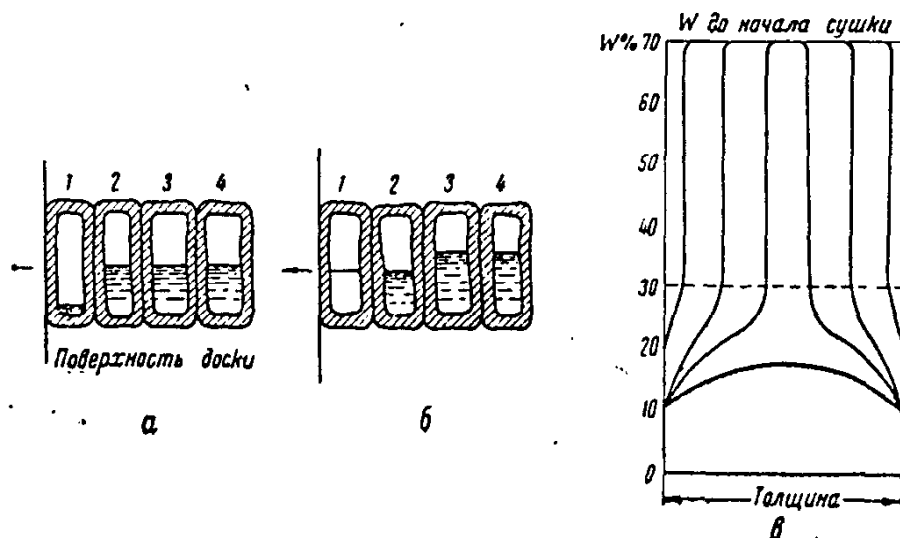
В процессе сушки испарение свободной влаги из наружных клеток вызывает испарение ее и из соседних клеток, так как свободная влага может проходить через их стенки (фиг. 52, б). В соответствии с этим градиент влажности по толщине материала при сушке заболонной древесины представлен постепенно снижающимися параболами (фиг. 52, в).

Ко второй группе относится ядровая древесина, в которой стенки клеток непроницаемы для водяного пара. В ядровой древесине клетки второго ряда начнут сохнуть только после того, как в клетках первого ряда вся влага испарится (фиг. 53, а и б). Градиент влажности по толщине материала при сушке ядровой древесины выражается сложными линиями (фиг. 53, в).

Влага продвигается к поверхности материала именно вследствие градиента влажности, т. е. потому, что влажность наружных слоев древесины ниже, чем внутренних. В тот момент, когда в наружных слоях влажность достигнет точки насыщения волокон (23—30%), на поверхности начинается усушка древесины. Во внутренних же слоях древесины усушка отсутствует. Из-за различной влажности происходит растяжение наружных и сжатие внутренних слоев (фиг. 54, А, 1). Если брусок, находящийся в таком состоянии, распустить на две части, то части покоробятся в разные стороны (фиг. 54, А, 2).

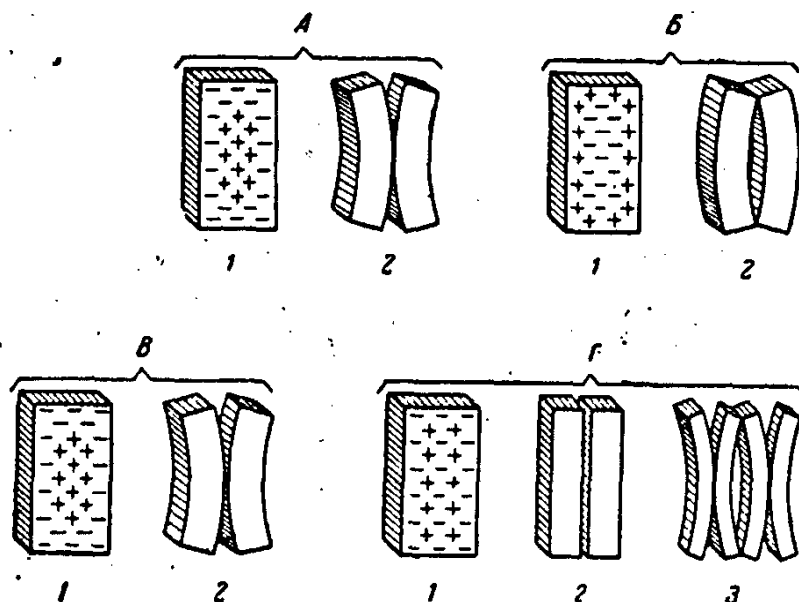
В том случае, если внутренние напряжения превосходят предел прочности древесины, то наружные слои растрескиваются, что часто и отмечается в начале сушки.

Когда во внутренних слоях древесины влажность достигнет точки насыщения волокон, начнется усушка и внутренних слоев. При этом внутренние напряжения уменьшаются. Но при выравнивании влажности в высушиваемом материале напряжения снова появляются с той разни-



Фиг. 53. Схема движения свободной влаги при высыхании ядровой древесины
а—в начале сушки; б—в процессе сушки; в—градиент влажности по толщине материала.

цей, что они имеют обратные знаки — внутренние слои материала будут растянуты, а наружные сжаты (фиг. 54, Б, 1). Это явление, называемое сжатием сухой поверхности, объясняется тем, что наружные слои получили меньшую усушку вследствие того, что сохли в растянутом состоянии и часть упругой деформации перешла в остаточную.

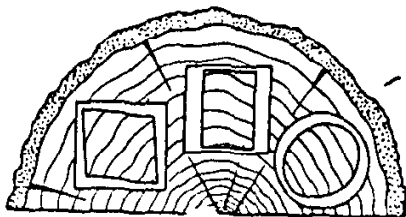


Фиг. 54. Состояние материала в различные периоды сушки.
Растянутая зона показана знаком (—), а сжатая знаком (+).

Сжатие сухой поверхности является дефектом, так как может вызвать образование внутренних трещин или коробление материала при его распиловке, строгании и фрезеровании (фиг. 54, Б, 2). Во избежание сжатия сухой поверхности при камерной сушке нужно вести сушку вначале замедленно, а в конце обрабатывать материал воздухом повышен-

ной влажности, но осторожно, так как чрезмерное увлажнение может вызвать растяжение поверхности сухого материала (фиг. 54, В). При неглубокой же обработке поверхности воздухом высокой влажности получается лишь частичное растяжение поверхности сухого материала (фиг. 54, Г).

Сжатие и растяжение поверхности сухого материала наблюдаются и в древесине с равномерной влажностью. Это объясняется тем, что вследствие более быстрого продвижения влаги вдоль волокон, торцевая поверхность сохнет интенсивнее. Во избежание торцевого растрескивания необходимо торцы материала обмазывать белилами или суриком, тертыми на масле, или известково-меловой замазкой (33% смолы древесной, 33% мела, 17% олифы и 17% пушонки).



Фиг. 55. Характер усушки в поперечном сечении в зависимости от направления годовых колец.

Древесина в разных направлениях усыхает неравномерно, причем усушка в тангентальном направлении примерно в два раза больше, чем в радиальном. Неравномерность усушки в различных направлениях является причиной коробления и трещин. На фиг. 55 показана деформация сортиментов в результате усушки.

В настоящее время применяют в основном воздушную и камерную сушку древесины. Контактный способ сушки применяется только для быстро сохнущего материала, а способ сушки в электрическом поле высокой частоты еще не доработан.

Воздушная сушка древесины проводится на лесных складах в специальных навесах.

Для проведения воздушной сушки необходимо непрерывное движение воздуха у древесины ввиду его малой влагопоглощательной способности. Скорость движения воздуха, регулируемая плотностью укладки древесины, влияет на скорость сушки и на равномерность просыхания древесины в штабеле. Так как регулировать при воздушной сушке можно только скорость движения воздуха, то скорость сушки зависит от метеорологических условий и при этом способе сушки древесина высыхает только до определенной влажности, соответствующей состоянию воздуха, омывающего штабель. Так как для использования в самолетостроении древесины должна иметь более низкий процент влажности, то ее часто подвергают комбинированной сушке, воздушной — до воздушно-сухого состояния (15—20%) и затем камерной — до влажности 7—10%.

Камерная сушка

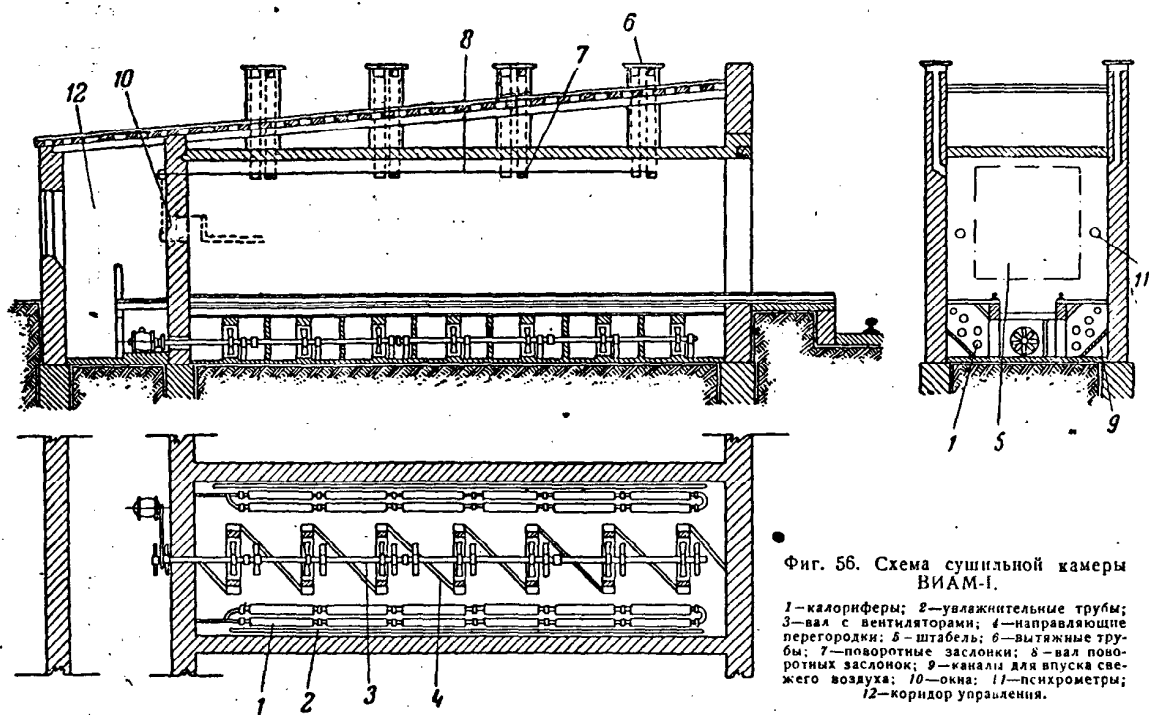
Камерная сушка проводится в сушильных камерах, оборудованных устройствами, позволяющими устанавливать нужные температуру и влажность воздуха. Поэтому при камерной сушке древесины можно довести ее влажность до 7—10%, а также стерилизовать ее.

Для сушки авиационной древесины применяют главным образом сушильные камеры ВИАМ-I и ВИАМ-II. Эти камеры отличаются одна от другой расположением вентиляторов, калориферов и паропроводов.

В самолетостроении применяются также камеры системы Всесоюзного теплотехнического института и проф. Грум-Гржимайло, но эти камеры не всегда дают материал хорошего качества и заменяются более совершенными конструкциями.

Сушильные камеры ВИАМ-I

На фиг. 56 показана схема сушильной камеры ВИАМ-I периодического действия с принудительной реверсивной циркуляцией и с ниж-



Фиг. 56. Схема сушильной камеры ВИАМ-I.

1—калориферы; 2—увлажнительные трубы; 3—вал с вентиляторами; 4—направляющие перегородки; 5—штабель; 6—вытяжные трубы; 7—поворотные заслонки; 8—вал поворотных заслонок; 9—каналы для выпуска свежего воздуха; 10—окна; 11—психометры; 12—коридор управления.

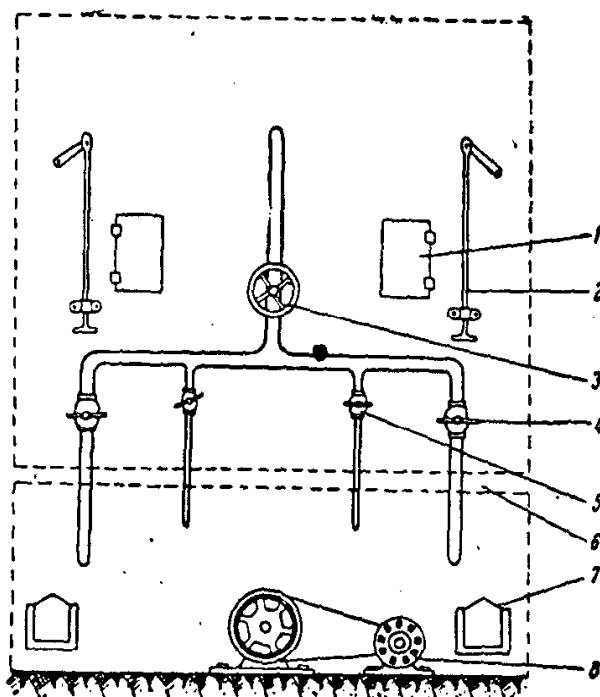
ним расположением внутренних осевых вентиляторов. В подвальной части камеры расположены калориферы из ребристых труб, по которым проходит пар. Над калориферами по всей длине камеры проходят две паровые трубы с отверстиями, служащие для увлажнения воздуха в камере. В средней части подвала установлен длинный вал с вентиляторами, между которыми имеются направляющие перегородки. Штабель на специальных вагонетках вкатывается по рельсам в верхнюю часть камеры. Вытяжные трубы расположены равномерно по всей

длине камеры. Выпуск воздуха регулируется поворотными заслонками, сидящими на общем валу в камере. Рычаг управления выведен наружу. Свежий воздух впускается в камеру через каналы 9.

На стене камеры, выходящей в коридор управления, имеются два окна с правой и левой сторон штабеля, в которых установлены психометры для измерения температуры и относительной влажности входящего в штабель воздуха. Управление камерой осуществляется из коридора управления.

На фиг. 57 показана схема расположения оборудования в камере ВИАМ-I и управления ею.

Циркуляция воздуха в камере осуществляется следующим образом: воздух из левой половины подвала продувается в правую половину подвала, затем проходит через правый кало-



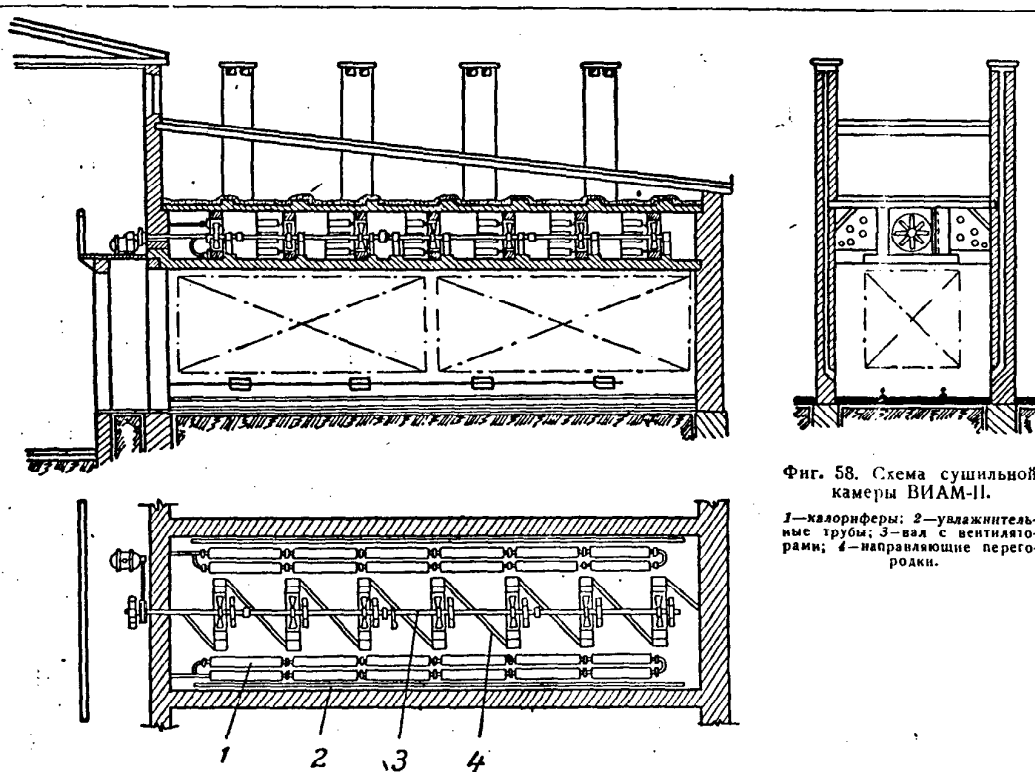
Фиг. 57. Схема расположения оборудования коридора управления.

1—окно для наблюдения за психометрами; 2—тяги управления шиберами; 3—вентиль, регулирующий выпуск пара в камеру; 4—вентиль, регулирующий выпуск пара в калориферы; 5—вентиль, регулирующий выпуск пара в увлажнительные трубы; 6—мостик для управления сушилкой; 7—заслонки; 8—реверсивный электродвигатель для вентиляторов.

рифер в пространство между штабелем и стеной и входит в штабель. Проходя через горизонтальные ряды штабеля со скоростью около 1,0 м/сек, воздух засасывается через левый калорифер в левую половину подвала и затем повторяет описанный цикл. Таким образом при данном направлении циркуляции свежий воздух впускается в камеру через левый канал, а отработанный выбрасывается через правый канал.

Для изменения направления циркуляции воздуха необходимо реверсировать электродвигатель вентиляторной установки, закрыть левый канал для впуска свежего воздуха и правые вытяжные каналы, открыть правый канал для впуска свежего воздуха и левые вытяжные каналы.

Сушильные камеры ВИАМ-I обеспечивают реверсивность циркуляции воздуха в штабеле, простоту регулирования температуры входящего воздуха в штабель в пределах от 30 до 90° и влажности в пределах от 30 до 100%, циркуляцию воздуха в штабеле со скоростью около 1,0 м/сек, равномерность температуры и влажности входящего в штабель воздуха с точностью 3° для температуры и 5% для влажности.



Фиг. 58. Схема сушильной камеры ВИАМ-11.

1—калориферы; 2—увлажнительные трубы; 3—вал с вентиляторами; 4—направляющие перегородки.

Камеры ВИАМ-I имеют два существенных недостатка: во-первых, в них пересушивается верх штабеля, а во-вторых, нижнее расположение вентиляторов требует устройства дорогостоящего подвала.

Сушильные камеры ВИАМ-II

На фиг. 58 изображена схема сушильной камеры ВИАМ-II. В этой камере подвальное помещение и коридор управления отсутствуют. Вентиляторная установка и калориферы расположены на железобетонном перекрытии сверху камеры, а управление камерой сосредоточено в специальном помещении над сушилкой. Длинные психометры выводятся из камеры через потолок в помещение над сушилкой. Загруженные в штабель образцы вынимаются для взвешивания через дверь или специальный люк, сделанный в потолке у торца камеры.

В отличие от камер ВИАМ-I в этих камерах наблюдается отставание сушки верха штабеля. Этот недостаток устраняется либо устройством специальных направляющих лопаток, либо укладкой древесины в штабели трапецевидного сечения.

Общими недостатками описанных камер ВИАМ-I и ВИАМ-II являются:

1) неудачный выбор формы направляющих перегородок между вентиляторами, вследствие чего создается винтообразное движение воздуха в камере;

2) длинный вал, требующий тщательной балансировки;

3) излишние повороты воздуха,

вызываемые расположением вентиляторов в плоскости циркуляции воздуха в штабеле.

Для устранения винтообразного движения воздуха была предложена сушильная камера ВИАМ-40. В этой камере плоскость вращения вентиляторов повернута на 90° по сравнению с камерами ВИАМ-I и ВИАМ-II, а валы вентиляторов расположены перпендикулярно к продольной оси камеры, причем каждый поперечный вал вращает вентиляторы двух соседних камер. На фиг. 59 показаны возможные схемы расположения индивидуального привода вентиляторов, расположенных на поперечных валах.

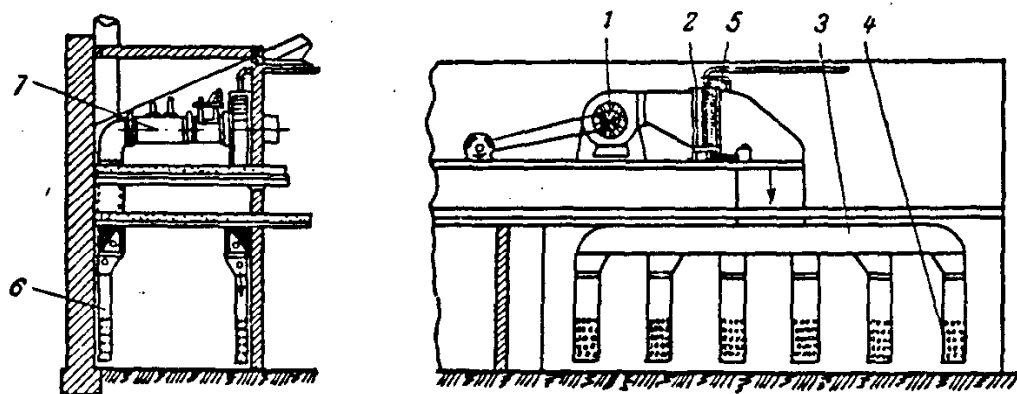
Следует считать, что сушильные камеры ВИАМ-I, ВИАМ-II и ВИАМ-40 в настоящее время являются наиболее совершенными. Они быстро и равномерно высушивают древесину и дают невысокий процент брака.

Сушильные камеры конструкции Всесоюзного теплотехнического института (ВТИ)

Схема сушильной камеры ВТИ периодического действия с принудительной циркуляцией и с внешними центробежными вентиляторами, расположенными над камерой, показана на фиг. 60.

Воздух подается в камеру вентилятором через пластинчатый или ребристый калорифер по горизонтальному воздуховоду и поступает в штабель через ряд вертикальных каналов, имеющих наверху заслонки, а внизу отверстия. Около калорифера в воздуховод выведен паропровод для увлажнения поступающего в камеру воздуха.

На противоположной стене камеры установлена такая же система вертикальных каналов для отсоса отработанного воздуха из камеры. Отработанный воздух из вертикальных каналов через горизонтальный воздуховод направляется к вентилятору и снова через калорифер поступает в камеру.



Фиг. 60. Схема сушильной камеры конструкции ВТИ.

1—вентилятор; 2—калорифер; 3—воздуховод; 4—вертикальные каналы; 5—паропровод; 6—вертикальные каналы для удаления отработанного воздуха; 7—горизонтальный воздуховод, подводящий воздух в вентилятор.

Свежий воздух поступает в воздуховод через отверстие у вентилятора. Поступление его регулируется заслонкой или шибером. Психрометр обычно устанавливается на воздуховоде перед вентилятором и показывает состояние воздуха, выходящего из камеры.

К недостаткам сушильных камер ВТИ относятся неравномерное высушивание штабеля по сечению, и длине камеры вследствие неравномерного распределения циркулирующего воздуха по высоте штабеля и по вертикальным каналам (фиг. 60), а также невозможность регулировать режим сушки, так как все режимы ориентируются на состояние воздуха, входящего в штабель, а контрольные приборы регистрируют состояние воздуха, выходящего из штабеля. Для получения в сушильных камерах ВТИ сухого материала хорошего качества приходится значительно увеличивать сроки сушки.

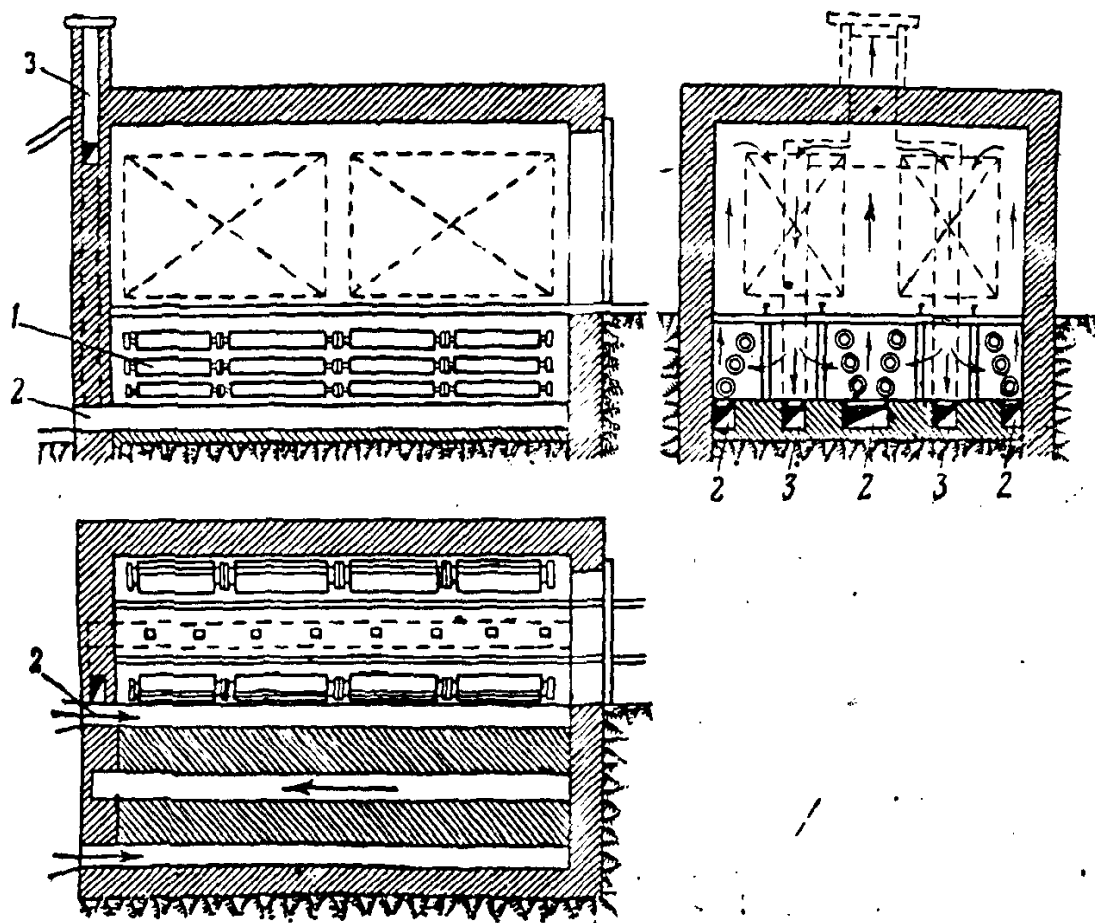
Сушильные камеры конструкции проф. Грум-Гржимайло

Схема сушки проф. Грум-Гржимайло периодического действия, с организованной естественной циркуляцией воздуха показана на фиг. 61. В подвальной части сушилки находятся: калориферы, каналы для впуска свежего воздуха, расположенные под калориферами, и каналы для удаления отработанного воздуха, расположенные под штабелями в полу подвала и соединенные у торцевой стены с вертикальной вытяжной трубой.

Циркуляция воздуха — естественная, возникающая вследствие разности в удельных весах нагретого и охлажденного воздуха. Нагретый калориферами воздух поднимается вверх по проходам между штабелями и между штабелем и стеной до потолка и входит в штабель. Здесь вследствие охлаждения, вызванного испарением влаги из древесины, создается вертикальный нисходящий поток воздуха. Таким образом скорость циркуляции зависит от разности температур, входящего

и выходящего воздуха: чем больше разность температур, тем интенсивнее циркуляция.

В такой камере сушка получается неравномерной по высоте штабеля, а скорость циркуляции воздуха в камере недостаточной, в ре-



Фиг. 61. Схема сушильной камеры конструкции проф. Грум-Гржимайло.

1—калориферы; 2—каналы для впуска свежего воздуха; 3—каналы для удаления отработанного воздуха.

зультате чего сушилка не дает равномерного по влажности сухого материала. Поэтому для сушки авиационной древесины эти сушилки применять не рекомендуется.

Укладка штабелей

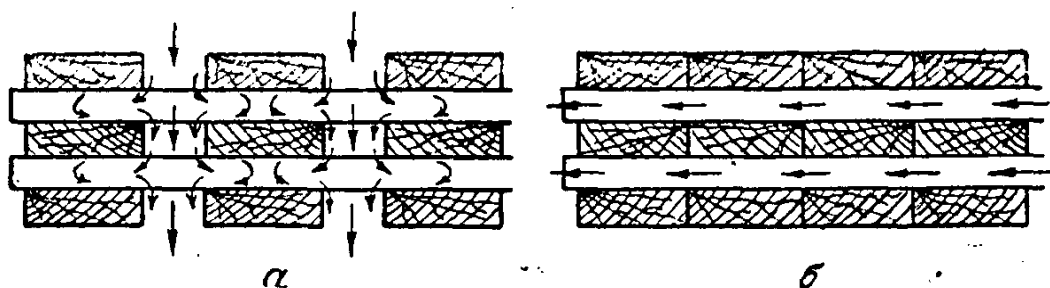
Укладка авиационной древесины в штабелю является весьма ответственной операцией сушки. Вести укладку надо в соответствии с конструкцией камеры и с направлением циркуляции воздуха в ней так, чтобы обеспечилось сохранение первоначальной формы материала и наилучшее омывание его воздухом.

В штабель укладываются материалы, однородные по влажности, сортименту и породе. При подборе материала по размерам допускаются отклонения от основных размеров укладываемого в штабель материала по толщине $\pm 10\%$ и по ширине $\pm 20\%$.

Поступающий в сушку материал разбивается на три категории в зависимости от его влажности:

- 1) мокрый сплавной — с влажностью выше 80%;
- 2) сырой — с влажностью в пределах 30—80%;
- 3) воздушно-сухой — с влажностью ниже 30%.

В штабели материал следует укладывать продольно, причем в каждый горизонтальный ряд штабеля укладывается на прокладках материал одинаковой толщины так, чтобы длина материала была перпендикулярна направлению движения воздуха в штабеле. Прокладки из сухой здоровой древесины с влажностью 7—10% укладываются в штабеле строго друг над другом, причем крайние прокладки должны быть заподлицо с торцами материала. Для предохранения от появления трещин торцы закрашивают одним из указанных выше составов.

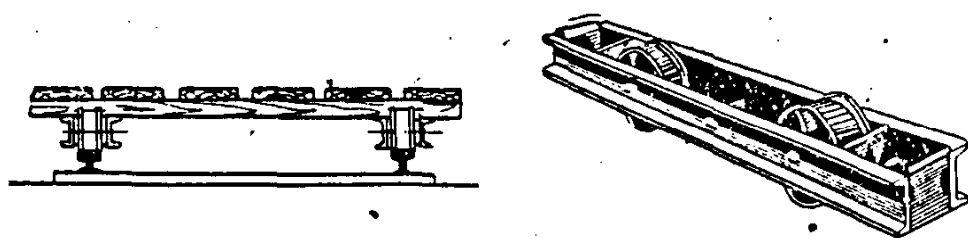


Фиг. 62. Способы горизонтальной укладки пиломатериала в штабель.

а—со шпациями; б—без шпаций.

При укладке в штабель материала толщиной до 25 мм расстояние между прокладками должно быть 0,6 м; при увеличении толщины материала это расстояние доводится до 1,2 м пропорционально толщине материала.

В камерах ВИАМ штабели для сушки укладываются без шпаций (фиг. 62, б), а в камерах ВТИ и проф. Грум-Гржимайло — со шпациями (фиг. 62, а). Шпации должны образовать сплошные вертикальные каналы шириной 0,4—0,5 ширины материала. При отставании сушки низа штабеля следует устраивать каналы (шахты) в нижней части штабеля. Для устранения или для уменьшения коробления досок в верхних рядах штабеля во время сушки на штабель кладется груз.



Фиг. 63. Треки для укладки штабелей.

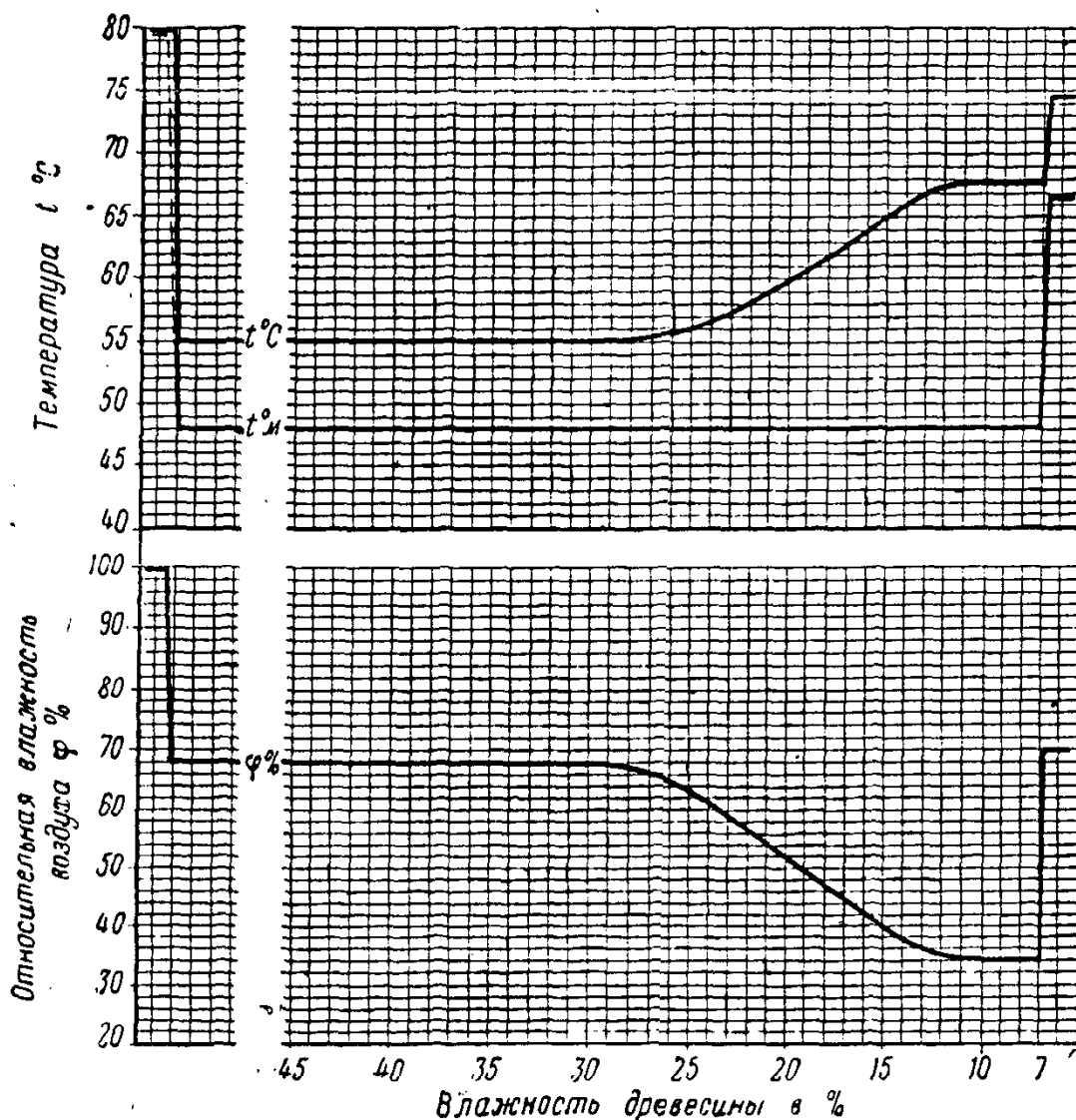
На большинстве заводов сейчас штабели укладываются и разбираются вручную, хотя, конечно, эту тяжелую и трудоемкую работу можно и необходимо механизировать.

Штабели укладываются на специальных разборных вагонетках-треках (фиг. 63). Легкие треки удобной конструкции занимают мало места и легко разбираются на отдельные части. Отдельные треки соединяются в вагонетку при помощи поперечных брусков из дерева или профильного железа. Треки широко применяются в сушильной практике.

Проведение камерной сушки

В сушильных камерах древесина сушится воздухом определенной температуры и влажности. Последовательное изменение температуры и влажности воздуха в процессе сушки называется режимом сушки.

Для сушки авиационной древесины в результате лабораторных исследований и на основе заводской практики разработаны специальные режимы для древесины каждой породы и для отдельных видов загото-



Фиг. 64. Режим сушки авиационной сосны в заготовках А-4.

вок с учетом особенностей строения древесины и размера заготовок (табл. 9).

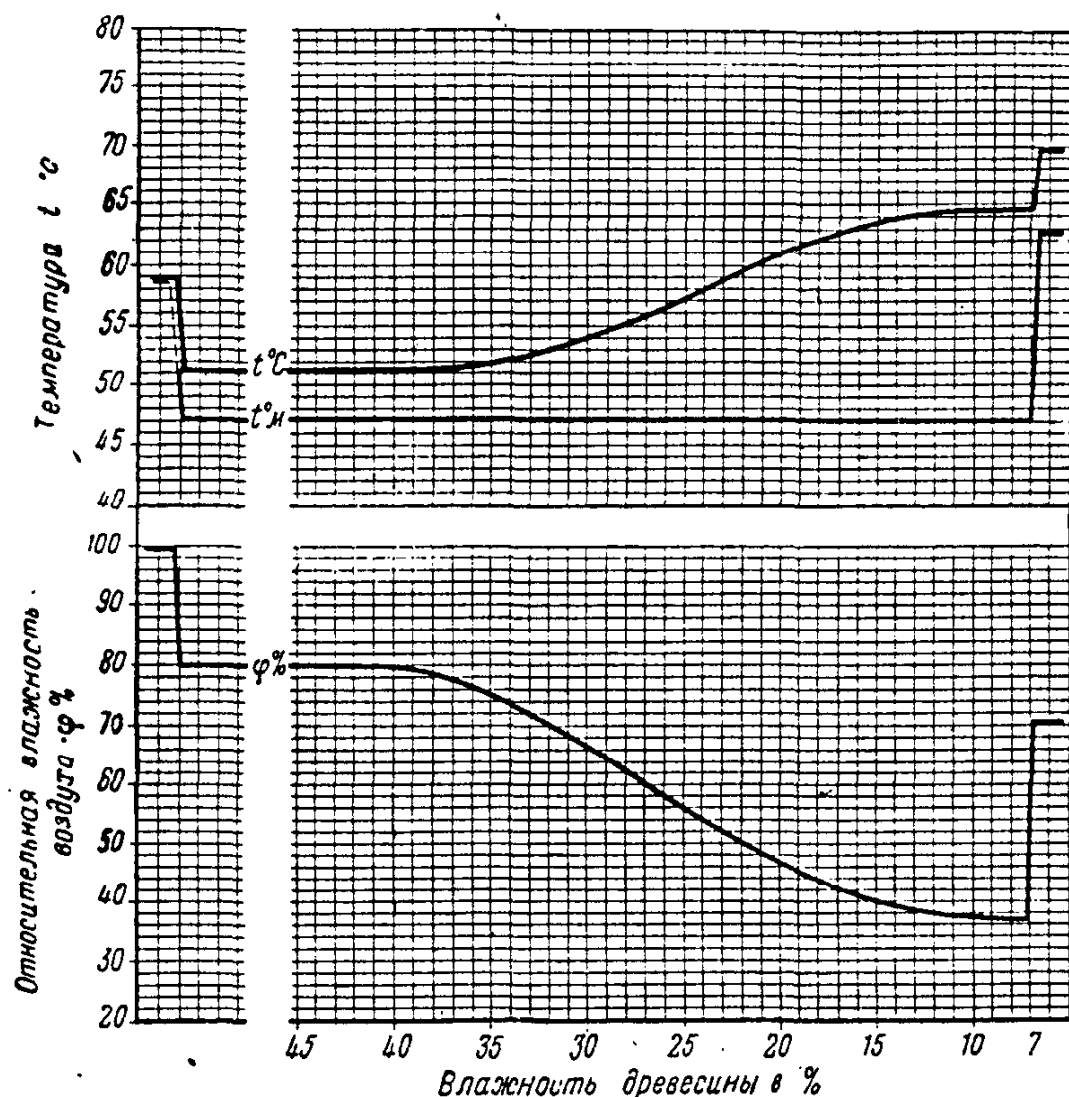
Температуру и влажность воздуха при сушке следует изменять плавно, не допуская скачкообразного их изменения при переходе с одной ступени режима на другую. Рекомендуется построить график режима, подобный показанным на фиг. 64, 65, 66 и 67 для режимов А-4, А-6, А-7 и А-10. Из этих графиков видно, что сушка ведется при плавном изменении температуры и влажности воздуха в камере.

Каждый режим сушки состоит из следующих периодов.

Начальный прогрев древесины, промежуточная обработка и окончательная обработка древесины воздухом повышенной температуры и влажности.

При сушке древесины с влажностью выше 30% начальный прогрев проводится в соответствии с установленным режимом. При сушке же древесины с влажностью ниже 30% одновременно с прогревом устраняются внутренние напряжения в ней. При начальном прогреве древесины сосны, ели и пихты применение воздуха с температурой 80° преследует цели одновременной сушки и стерилизации древесины.

Промежуточная обработка древесины воздухом повышенной температуры и влажности проводится при наличии опасных внутренних напряжений, которые могут вызвать растрескивание материала.



Фиг. 65. Режим сушки авиационного ясеня толщиной до 35 мм А-6.

Температура воздуха при начальном прогреве древесины с влажностью ниже 30% и во время промежуточной обработки для всех пород, кроме бука, устанавливается на 8°, а для бука на 5° выше температуры соответствующей ступени режима; влажность воздуха находится по диаграмме $t\phi W$. ВИАМ рекомендует продолжительность промежуточной обработки для сосны 2—4 часа и для дуба 3—4 часа на каждые 25 мм толщины материала.

Конечная обработка проводится для устранения внутренних напряжений в материале и для уменьшения перепада влажности. Состояние воздуха при конечной обработке поддерживается в соответствии с установленным режимом. Продолжительность конечной обработки устанавливается в зависимости от толщины материала и величины внутренних напряжений в нем.

Режимы сушки

Номер режима	А-2			А-3			А-4			А-5		
Название режима	Для сушки древесины лиственницы в планках и досках толщиной до 35 мм			Для сушки древесины бука в досках и дровах толщиной до 35 мм			Для сушки сосны в заготовках и липы толщиной до 35 мм			Для сушки древесины ели в брусках толщиной до 100 мм		
Начальный прогрев	$t_{\text{сух}}=t_{\text{мокр}}=56^{\circ}$, $\varphi=100\%$, продолжительность 12 час.			$t_{\text{сух}}=t_{\text{мокр}}=55^{\circ}$, $\varphi=100\%$, продолжительность 12 час.			$t_{\text{сух}}=t_{\text{мокр}}=80^{\circ}$, $\varphi=100\%$, продолжительность 4 часа			$t_{\text{сух}}=t_{\text{мокр}}=80^{\circ}$, $\varphi=100\%$, продолжительность 12 час.		
W, %	$t_{\text{сух}}$	$t_{\text{мокр}}$	$\varphi, \%$	$t_{\text{сух}}$	$t_{\text{мокр}}$	$\varphi, \%$	$t_{\text{сух}}$	$t_{\text{мокр}}$	$\varphi, \%$	$t_{\text{сух}}$	$t_{\text{мокр}}$	$\varphi, \%$
70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	48	44	79	50	47	85	—	—	—	50	46	80
35	49	44	76	50,5	47	82	—	—	—	51	46	75
30	50	44	70	52	47	75	55	48	68	53	46	67
25	52,5	44	61	55	47	65	56	48	64	56	46	57
20	56,0	44	60	58	47	54	60	48	52	60	46	46
15	61	44	38	61	47	45	65	48	40	64	46	37
10	63	44	34	63	47	41	68	48	34	66	46	33
Конечная обработка	$t_{\text{сух}}=71^{\circ}$ $t_{\text{мокр}}=64^{\circ}$ $\varphi=72\%$			$t_{\text{сух}}=68^{\circ}$ $t_{\text{мокр}}=61^{\circ}$ $\varphi=72\%$			$t_{\text{сух}}=75^{\circ}$ $t_{\text{мокр}}=67^{\circ}$ $\varphi=70\%$			$t_{\text{сух}}=74^{\circ}$ $t_{\text{мокр}}=67^{\circ}$ $\varphi=73\%$		

Продолжительность конечной обработки применять

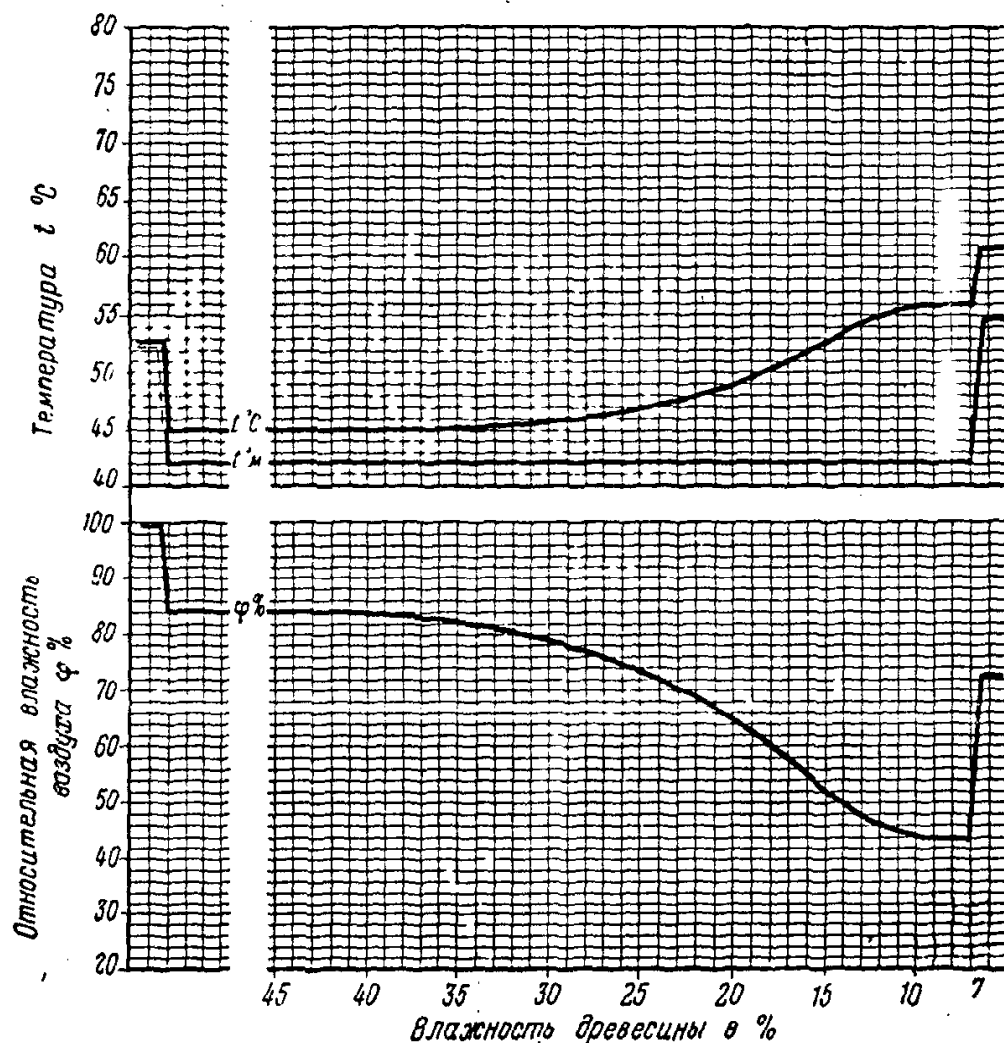
Таблица 9

авиадеревесины

А-6			А-7			А-8			А-9			А-10		
Для сушки древесины ясони толщиной до 35 мм			Для сушки древесины дуба в досках и дровах толщиной до 35 мм			Для сушки древесины пихты кавказской в брусках толщиной до 100 мм			Для сушки мокрой (сплавной) древесины сосны в заготовках			Для сушки древесины сосны в брусках		
$t_{\text{сух}}=t_{\text{мокр}}=59^{\circ}$, $\varphi=100\%$, продолжительность 3 часа			$t_{\text{сух}}=t_{\text{мокр}}=53^{\circ}$, $\varphi=100\%$, продолжительность 3 часа			$t_{\text{сух}}=t_{\text{мокр}}=80^{\circ}$, $\varphi=100\%$, продолжительность 12 час.			$t_{\text{сух}}=t_{\text{мокр}}=80^{\circ}$, $\varphi=100\%$, продолжительность 4 часа			$t_{\text{сух}}=t_{\text{мокр}}=80^{\circ}$, $\varphi=100\%$, продолжительность 12 час.		
$t_{\text{сух}}$	$t_{\text{мокр}}$	$\varphi, \%$	$t_{\text{сух}}$	$t_{\text{мокр}}$	$\varphi, \%$	$t_{\text{сух}}$	$t_{\text{мокр}}$	$\varphi, \%$	$t_{\text{сух}}$	$t_{\text{мокр}}$	$\varphi, \%$	$t_{\text{сух}}$	$t_{\text{мокр}}$	$\varphi, \%$
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	56	52	81
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58	54	81
—	—	—	—	—	—	51	46	75	—	—	—	—	—	—
51	47	80	45	42	84	52	46	71	—	—	—	—	—	—
52	47	75	45,5	42	82	54	46	64	—	—	—	—	—	—
54	47	67	46	42	79	57	46	54	63	55	66	60	56	81
57,5	47	55	47	42	74	61	46	45	64	55	64	63	57	74
61	47	46	49	42	66	64	46	37	66	55	57	66	58	67
63,5	47	40	52,5	42	53	66	46	33	69	55	49	69	57	55
65	47	37	56	42	44	67	46	32	70	55	47	72	52	36
$t_{\text{сух}}=70^{\circ}$ $t_{\text{мокр}}=63^{\circ}$ $\varphi=71\%$			$t_{\text{сух}}=61^{\circ}$ $t_{\text{мокр}}=55^{\circ}$ $\varphi=73\%$			$t_{\text{сух}}=75^{\circ}$ $t_{\text{мокр}}=68^{\circ}$ $\varphi=73\%$			$t_{\text{сух}}=78^{\circ}$ $t_{\text{мокр}}=70^{\circ}$ $\varphi=70\%$			$t_{\text{сух}}=80^{\circ}$ $t_{\text{мокр}}=73^{\circ}$ $\varphi=74\%$		

в зависимости от внутренних напряжений.

Во время сушки необходимо контролировать температуру и влажность воздуха, влажность древесины, состояние внутренних напряжений и внешний вид древесины.



Фиг. 66. Режим сушки авиационного дуба в досках и дроках толщиной до 35 мм А-7.

Контроль температуры и влажности воздуха в камере

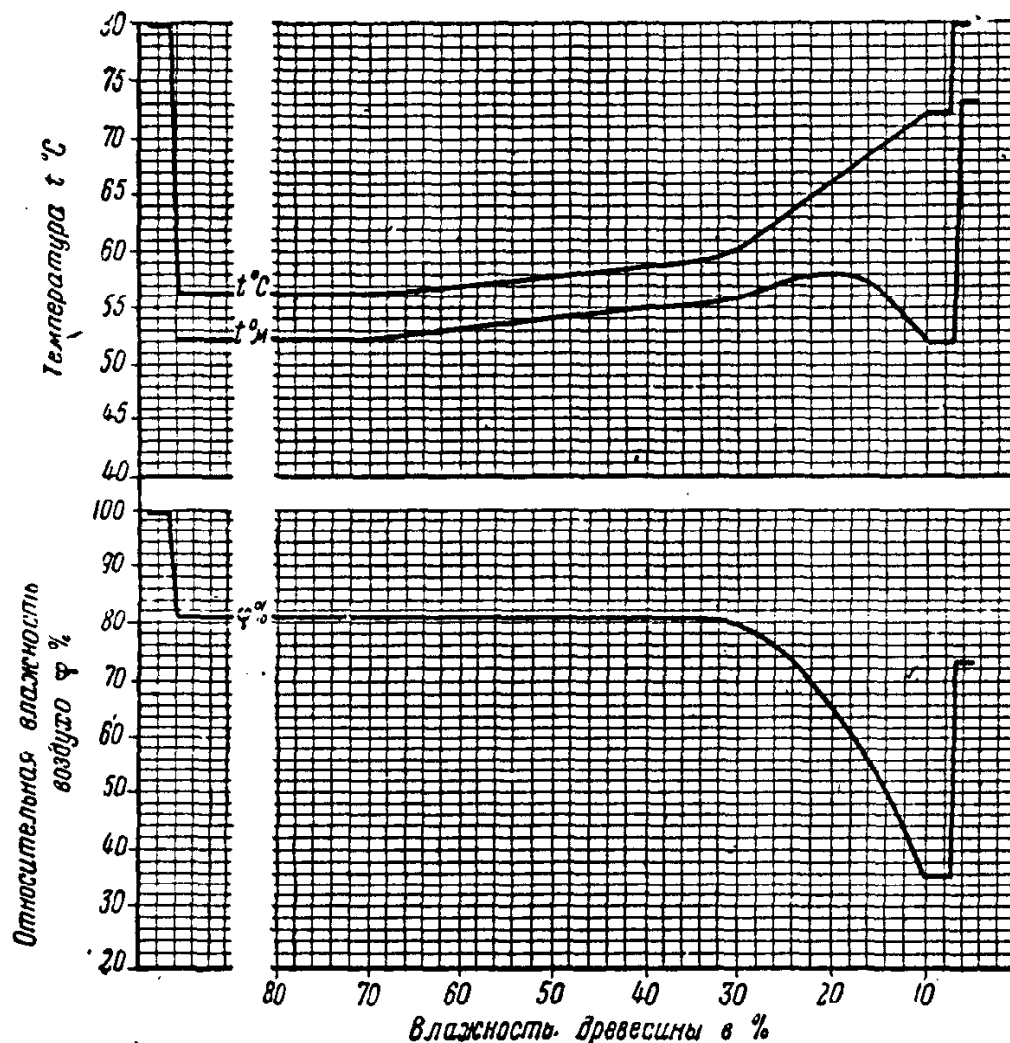
Температуру и влажность воздуха в камере контролирую по психрометрам через каждые 1—2 часа.

Руководствуясь показаниями психрометров, определяют и устанавливают состояние воздуха в камере, а в случае наличия в камере автоматических регуляторов температуры и влажности — контролируют их работу.

В сушильных камерах ВИАМ-I, ВИАМ-II и ВИАМ-40 психрометры устанавливаются по обеим сторонам штабеля так, что чувствительная часть психрометра находится в потоке воздуха, входящего в штабель.

Чаще всего применяют ртутные и манометрические психрометры. Ртутные психрометры неудобны тем, что для отсчетов температуры сухого и мокрого термометров приходится входить в камеру. Применение длинных прямых или угловых термометров устраняет этот недостаток лишь частично.

Манометрические дальнодействующие психрометры более удобны. Чувствительная часть такого психрометра помещается в камере, а шкала, по которой производятся отсчеты термометров, выведена наружу. Часто манометрические психрометры снабжаются записывающим аппаратом (манометрические психрографы) и в таком виде являются одним из лучших измерительных приборов для сушильных камер.



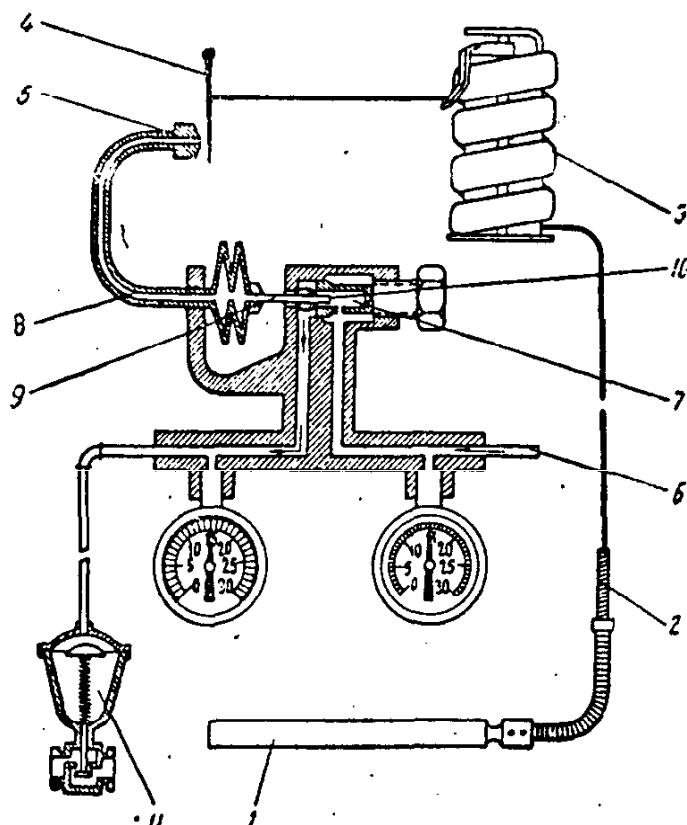
Фиг. 67. Режим сушки авиационной сосны в брусках А-10.

При наличии психрометров температуру и влажность воздуха регулируют вентилями паровой системы и вентиляцией камеры вручную. Но ручная регулировка сушильных камер несовершенна и трудоемка и поэтому давно уже созданы специальные регуляторы температуры и влажности воздуха и регуляторы режима сушки. К сожалению, имеющиеся регуляторы режима сушки еще недоработаны, сложны и имеют существенные недостатки, а поэтому применяются сравнительно редко.

Установку регулятора температуры и влажности воздуха с одной ступени режима на другую производит дежурный сушильщик. Автоматическая регулировка температуры и влажности освобождает сушильщиков от трудоемкой регулировки вентилей и улучшает качество регулировки, в связи с чем улучшается качество сушки, снижается расход тепла и увеличивается производительность камер.

Имеется много систем автоматических регуляторов температуры и влажности воздуха. На фиг. 68 показан автоматический регулятор

американской фирмы Фоксборо, относящийся к типу манометрических регуляторов с пневматическим сервомотором обратного действия. Чувствительный элемент (термопатрон) 1, наполненный жидкостью или газом, находится в потоке входящего в штабель воздуха. При изменении температуры изменяется давление в чувствительном элементе. Это изменение через капиллярную трубку 2 передается спирали 3,



Фиг. 68. Схема манометрического регулятора "Фоксборо" с пневматическим сервомотором обратного действия.

1—термопатрон; 2—капиллярная трубка; 3—спираль; 4—рычаг; 5—сопло; 6—трубка; 7—полость; 8—трубка; 9—меха; 10—отверстие; 11—мембранный клапан.

которая при этом поворачивается. Прикрепленный к спирали рычаг 4 закрывает или открывает сопло 5. По трубке 6 под постоянным давлением поступает сжатый воздух, который через полость 7 и трубку 8 проходит к соплу и уходит в атмосферу, если сопло не закрыто рычагом. При повышении температуры в камере рычаг закрывает сопло, вследствие чего поступающий в трубку 8 воздух, не имея выхода, будет раздувать меха 9, перемещая этим трубку 8 вправо; перемещаясь, трубка 8 закроет отверстие 10, ведущее к мембранному клапану 11. При этом давление над мембраной понизится и клапан под действием пружины закроет доступ пара в калорифер. В результате снижения температуры откроется сопло 5 и трубка 8 под действием сжатого воздуха передвинется влево и откроет отверстие 10. Через отверстие 10 пойдет сжатый воздух

к мембранному клапану 11 и откроется доступ пара в калорифер. При каждом изменении температуры описанные циклы будут повторяться.

Регулятор устанавливается на заданные температуры перемещением сопла 5. Влажность в сушильной камере регулируется по мокрому термометру.

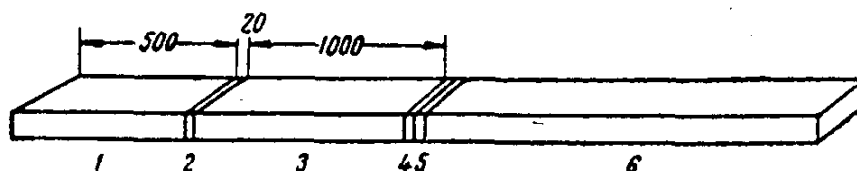
Контроль влажности древесины

Влажность древесины определяется перед началом сушки — для установления режима, в процессе сушки — для ведения режима сушки, так как в основном все режимы построены по влажности высушиваемой древесины, и в конце сушки — для определения готовности древесины.

В процессе сушки влажность определяется один раз в сутки. Для каждой камеры отбирают пять-шесть контрольных образцов длиной 1,0 м и укладывают их по диагоналям сечения штабеля или по его боковым граням, т. е. в местах, где следует наблюдать за высыханием

древесины по сечениям штабеля и камеры. Образцы должны легко выниматься для ежедневного взвешивания.

Образцы вырезаются из отобранных досок по схеме, показанной на фиг. 69. Отрезок 1 длиной 0,5 м удаляется с целью исключить влияние торца на влажность контрольного образца. Секции 2 и 4 длиной по 20 мм каждая служат для определения начальной влажности образца. Отрезок 3 служит контрольным образцом, а отрезок 6 используется для приготовления силовых секций в процессе сушки. При начальной влажности древесины ниже 30% для определения внутренних напряжений в ней перед сушкой вырезается отрезок 5 длиной 20 мм, из которого также делают силовую секцию.



Фиг. 69. Схема вырезания контрольного образца.

Торцы контрольных образцов и образца 6 сразу же после распиловки закрашивают густыми белилами или суриком на масле, образцы нумеруют, взвешивают с точностью до 5 г и укладывают в штабель. Сухой вес всех контрольных образцов определяют по формуле

$$G_{\text{сух}} = \frac{G_{\text{нач}} \cdot 100}{100 + W_{\text{нач}}},$$

где $G_{\text{сух}}$ — сухой вес образца в г;

$G_{\text{нач}}$ — начальный вес образца в г;

$W_{\text{нач}}$ — начальная влажность образца в %.

Влажность контрольного образца в процессе сушки определяют по формуле

$$W = \left(\frac{G}{G_{\text{сух}}} - 1 \right) \cdot 100,$$

где W — влажность образца в момент определения в %;

G — вес образца в данный момент в г.

$G_{\text{сух}}$ — сухой вес образца в г.

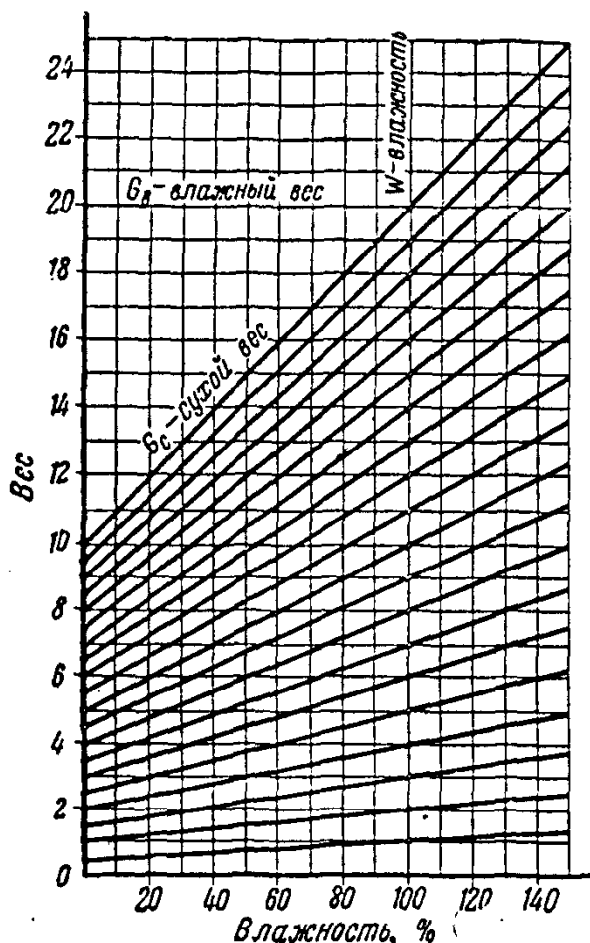
Метод определения влажности древесины в процессе сушки по влажности контрольных образцов дает несколько заниженные значения влажности, так как образцы сохнут быстрее, чем древесина в камере.

Для быстрого определения влажности по сухому весу и по весу, соответствующему определяемой влажности, на фиг. 70 приведена номограмма, предложенная Н. С. Селюгиным. Эту номограмму рекомендуется построить на листе бумаги размером 60×30 см. По оси абсцисс откладывают влажность от 0 до 150% в масштабе 1% = 2 мм, а по оси ординат — вес от 0 до 10 единиц в масштабе 1 единица = 2 см.

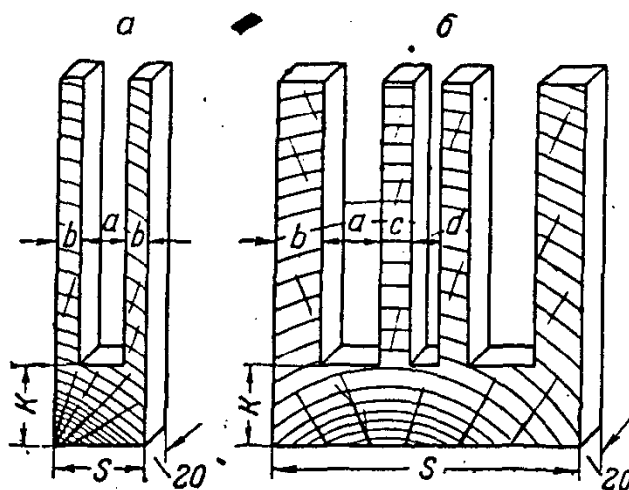
Затем нужно соединить прямыми линиями точки:

0,5 г — 0% с 1 г — 100%
 1,0 г — 0% с 2 г — 100%
 1,5 г — 0% с 3 г — 100%
 2,0 г — 0% с 4 г — 100% и т. д.

Горизонтальные линии на номограмме соответствуют влажным весам образцов, наклонные — сухим весам и вертикальные — процентам влажности.



Фиг. 70. Номограмма для определения влажности контрольного образца.



Фиг. 71. Силловые секции.

а — для материала толщиной меньше 50 мм; б — для материала толщиной больше 50 мм.

Контроль состояния внутренних напряжений в древесине

Внутренние напряжения в древесине определяются при помощи силовых секций. При сушке хвойной древесины внутренние напряжения определяют в следующих случаях:

- 1) до сушки, если древесина имеет начальную влажность ниже 30%;
- 2) в процессе сушки при влажности древесины примерно 18%;
- 3) перед обработкой древесины воздухом высокой влажности;
- 4) перед выпуском древесины из сушильной камеры.

При сушке лиственных пород, склонных к растрескиванию, силовые секции следует вырезать чаще.

В первом случае силовую секцию изготовляют из отрезка 5 (см. фиг. 69), во втором и третьем случаях — из силового образца б, а в четвертом — из любого высушенного сортамента.

Силовые секции для материала толщиной до 50 мм изготовляют по схеме, показанной на фиг. 71, а, для материала толщиной больше 50 мм — на фиг. 71, б.

Предложенные ВИАМ размеры силовых секций приведены в табл. 10.

Для наблюдения за состоянием древесины вырезают из силового образца, отступя 100 мм от закрашенного торца, пластинку толщиной 20 мм и из этой пластинки на ленточной или дисковой пиле выпиливают, как указано на

фиг. 71, силовую секцию. Зубцы силовой секции под действием сил внутреннего напряжения изгибаются в сторону растянутых слоев. По величине деформации зубцов можно при известном навыке судить о наличии, характере и величине внутренних напряжений в древесине.

Таблица 10

Размеры силовых секций

Толщина материала <i>S, мм</i>	Размеры силовых секций, мм					Примечание	Толщина материала <i>S, мм</i>	Размеры силовых секций, мм					Примечание
	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>k</i>			<i>b</i>	<i>a</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>k</i>	
15	4	7	—	—	25	См. фиг. 71,а	80	13	15	8	8	25	См. фиг. 71,б
20	5	10	—	—	25		90	15	18	8	8	25	
25	6	13	—	—	25		100	17	18	10	10	25	
30	8	14	—	—	25		110	18	22	10	10	35	
40	10	20	—	—	25		120	20	25	10	10	35	
50	13	24	—	—	25		130	22	28	10	10	35	
60	10	8	8	8	25		140	23	32	10	10	35	
70	12	11	8	8	25		150	25	35	10	10	35	

В момент вырезания форма силовой секции позволяет судить только о характере внутренних напряжений. Для определения же причин возникновения внутренних напряжений контур вырезанной секции очерчивают на бумаге и кладут секцию для выравнивания влажности в сушильный шкаф с температурой 100° на несколько часов или в помещение цеха на сутки. При выравнивании влажности контуры силовых секций изменяются, причем зубцы будут изгибаться в ту сторону, где влажность была больше в момент вырезания. По форме, которую секция примет после выдержки, можно судить о примерном состоянии внутренних напряжений в древесине.

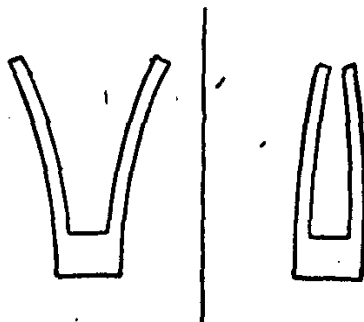
В табл. 11 показаны различные деформации силовых секций и объяснено их значение.

Таблица 11

Различные деформации силовых секций

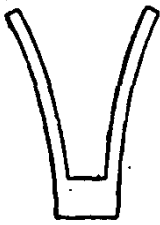

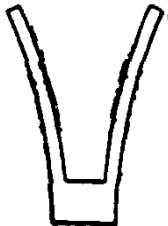
Форма силовых секций		Состояние материала	На каких стадиях сушки возможны деформации; характер последующей обработки
после вырезания секций	после выравнивания влажности		

Случай 1. В момент вырезания секций наружные слои растянуты, внутренние сжаты



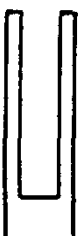
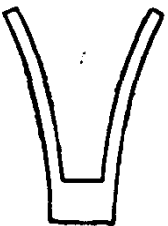


Влажность наружных слоев значительно меньше влажности внутренних. После выравнивания влажности будет сжатие сухой поверхности

Возникают на первых стадиях сушки. Если зубцы секции изгибаются сильно, следует увеличить влажность воздуха в камере




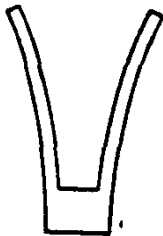
Форма силовых секций		Состояние материала	На каких стадиях сушки возможны деформации; характер последующей обработки
после вырезания секций	после выравнивания влажности		
		Влажность наружных слоев меньше влажности внутренних. Напряжения отсутствуют	Возникают в самом начале сушки или после проведенной обработки древесины вследствие сжатия сухой поверхности. Если древесина достигла заданной конечной влажности, сушку следует закончить
		Зубцы изогнулись еще больше наружу при выравнивании влажности, но влажность распределена равномерно или была выше на поверхности. После выравнивания влажности будет растяжение сухой поверхности	Замечаются после сильной обработки древесины воздухом повышенной влажности

Случай II. В момент вырезания секций напряжений в древесине нет

		Влажность наружных слоев меньше влажности внутренних; сжатие сухой поверхности	Замечаются во втором периоде сушки; состояние древесины благоприятствует обработке воздухом повышенной температуры и влажности для устранения сжатия сухой поверхности
		Влажность распределена равномерно, напряжения отсутствуют	Замечаются в сырой древесине и в правильно высушенной
		Влажность наружных слоев больше влажности внутренних	Возникают в течение некоторого периода после обработки воздухом повышенной влажности. При дальнейшей сушке напряжения могут выравниваться, но не исключена возможность растяжения сухой поверхности

Форма силовых секций		Состояние материала	На каких стадиях сушки возможны деформации; характер последующей обработки
после вырезания секций	после выравнивания влажности		

Случай III. В момент вырезания секций наружные слои сжаты, внутренние растянуты

		Зубцы выгибаются внутрь, влажность наружных слоев меньше влажности внутренних. У зубцов уменьшается изгиб, влажность наружных слоев больше влажности внутренних	Наблюдаются в конечных стадиях сушки, требуется осторожная обработка воздухом повышенной влажности для уничтожения сжатия сухой поверхности
		Влажность наружных слоев больше влажности внутренних	Наблюдаются после правильно проведенной обработки воздухом повышенной влажности. Сжатие сухой поверхности уничтожено
		Влажность наружных слоев значительно больше влажности внутренних	Наблюдаются после обработки воздухом повышенной влажности, не исключена возможность растяжения сухой поверхности

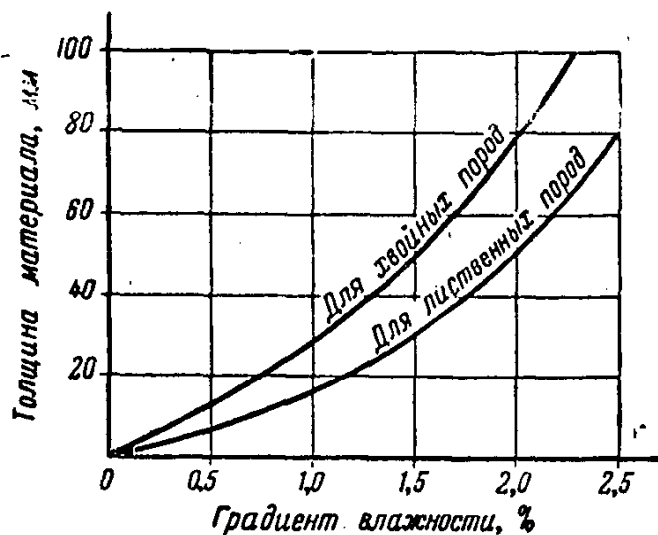
Сухая авиационная древесина должна удовлетворять следующим требованиям:

1) влажность в пределах 7—10%;

2) перепад влажности по сечению древесины, характеризуемый графиком, изображенным на фиг. 72;

3) отсутствие внутренних напряжений; при ширине пропила 2—3 мм зубцы силовых секций длиной не более 200 мм при вырезке должны оставаться параллельными;

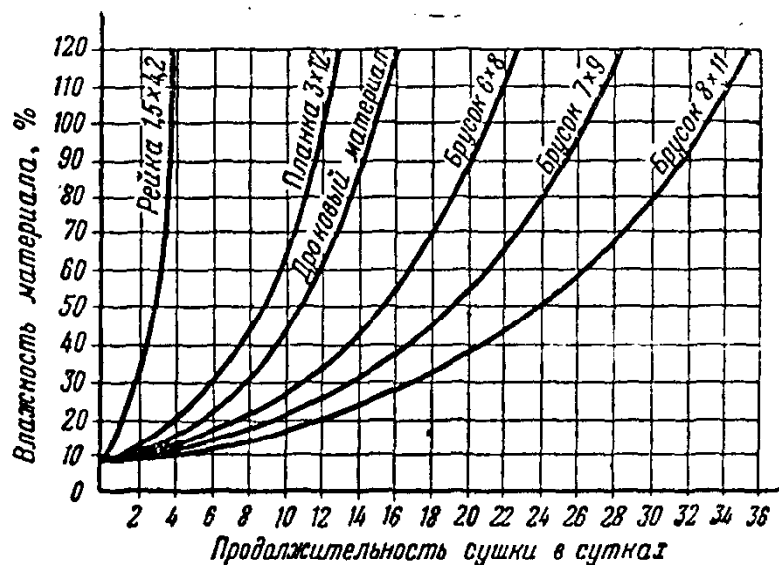
4) окраска нормальная и отсутствие торцевых и боковых продольных трещин, а также коробления.



Фиг. 72. Допустимый перепад влажности в авиадревесине.

При несоблюдении хотя бы одного из первых трех показателей древесина подвергается дополнительной обработке и выдержке в камере до кондиционного состояния.

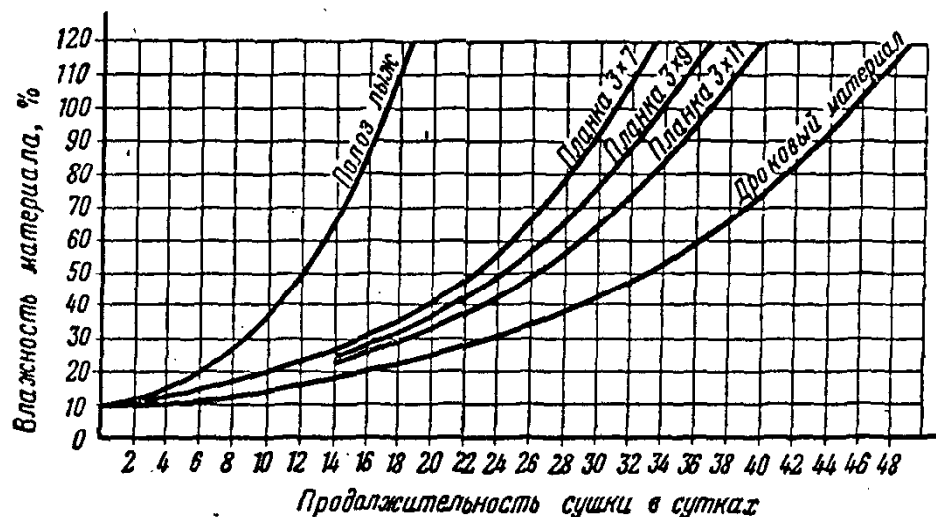
Заготовки малого сечения контролю внутренних напряжений не подвергаются.



Фиг. 73. Сроки сушки авиационной сосны в камерах ВИАМ.

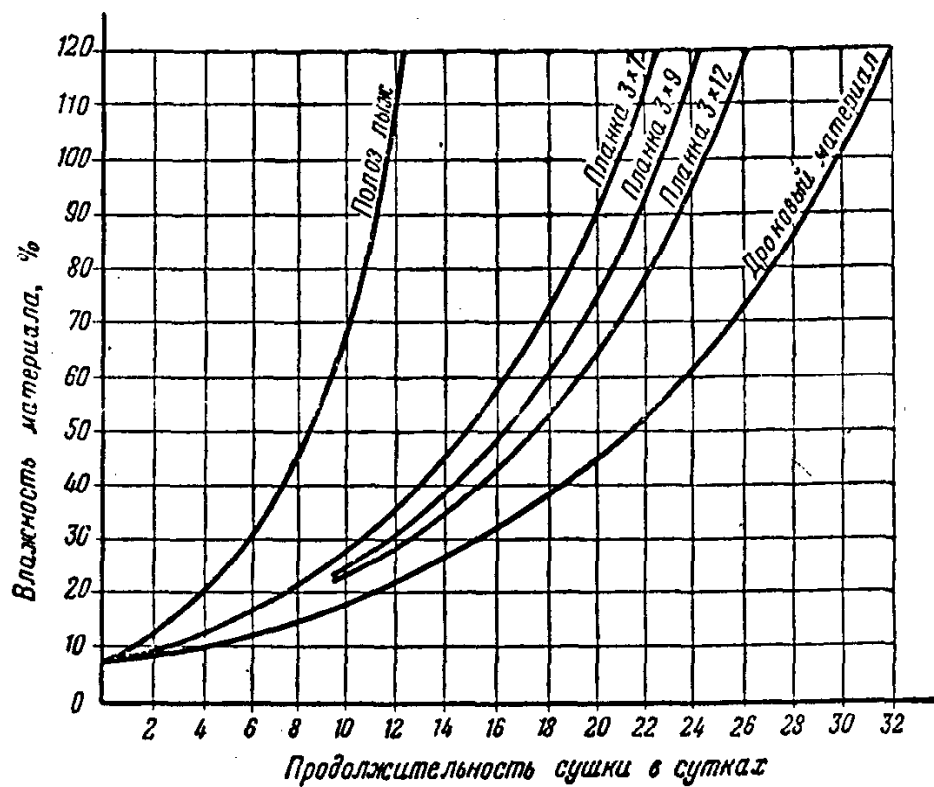
Сроки сушки авиационной древесины основных пород в камерах конструкции ВИАМ представлены в виде графиков на фиг. 73, 74, 75 и 76.

Примечание. Продолжительность сушки в камерах ВТИ и проф. Грум-Гржимайло увеличивается на 20% по сравнению с указанными в графиках сроками.

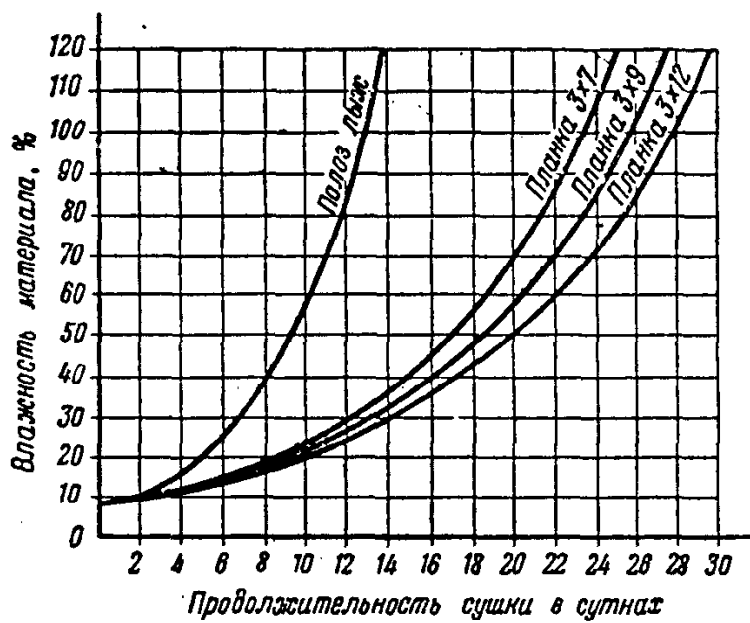


Фиг. 74. Сроки сушки авиационного дуба в камерах ВИАМ.

Высушенную древесину транспортируют на треновых вагонетках в остывочное помещение, где ее постепенно охлаждают до температуры окружающего воздуха (16—20°). Остывочное помещение должно отапливаться и состояние воздуха в нем должно обеспечивать равновесную влажность древесины 7—10%. Древесину в остывочном помещении следует выдерживать не менее суток и лишь после этого можно пускать в производство.



Фиг. 75. Сроки сушки авиационного ясеня в камерах ВИАМ.



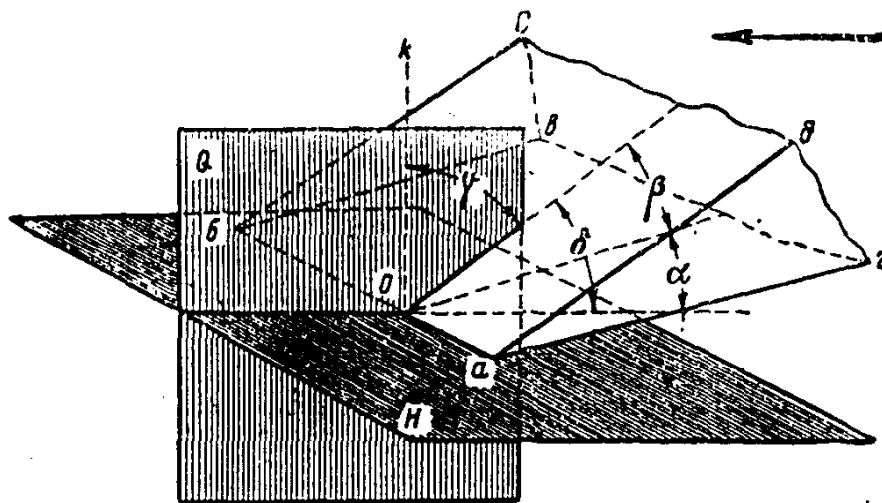
Фиг. 76. Сроки сушки авиационной лиственницы в камерах ВИАМ.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ РЕЗАНИЯ

Механическая обработка древесины заключается в последовательном снятии слоев материала до получения заданной формы изделия.

Резание древесины осуществляется резцом, элементарная форма которого может быть образована двумя пересекающимися плоскостями-гранями (фиг. 77), из которых одна $abcd$ называется передней гранью, а вторая $abvc$ — задней. Линия ab , образованная пересечением передней и задней граней, называется лезвием резца.



Фиг. 77. Элементы резца.

α —задний угол; β —угол заострения; γ —передний угол; δ —угол резания.

Если резец поставить лезвием ab на горизонтальную плоскость H и рассечь вертикальной плоскостью Q в направлении, перпендикулярном к лезвию, то получим линейные углы α , β , γ и δ . Угол α , образованный задней гранью резца и горизонтальной плоскостью, называется задним углом резца. Угол β , образованный пересечением передней и задней граней резца, называется углом заострения и углом заточки резца. Угол γ , образованный передней гранью резца и вертикальной линией k , проходящей через лезвие резца, называется передним углом резца. Угол δ , образованный передней гранью резца и горизонтальной плоскостью, называется углом резания.

Между углами α , β и δ существует следующая зависимость:

$$\alpha + \beta = \delta.$$

При горизонтальном положении задней грани резца угол $\alpha = 0$, тогда $\beta = \delta$.

Передний угол γ может быть равен нулю при вертикальном расположении передней грани резца и будет отрицательным при переходе передней грани за вертикальную линию Ok .

С изменением величины углов меняются качество обрабатываемой поверхности, характер стружкообразования и усилие резания.

При резании необходимо преодолевать следующие сопротивления: временное сопротивление материала, трение резца о материал, трение частиц материала друг о друга при их разделении или относительном сдвиге и сопротивление вдавливанию резца в материал.

Поскольку древесина является материалом неоднородным, имеющим резкие колебания структуры и физико-механических свойств в различных плоскостях сечения, то сопротивление резанию и характер стружкообразования меняются в зависимости от направления резания относительно расположения волокон древесины.

Для характеристики резания древесины необходимо рассматривать три типичных случая резания:

а) продольное резание — лезвие резца движется параллельно направлению волокон;

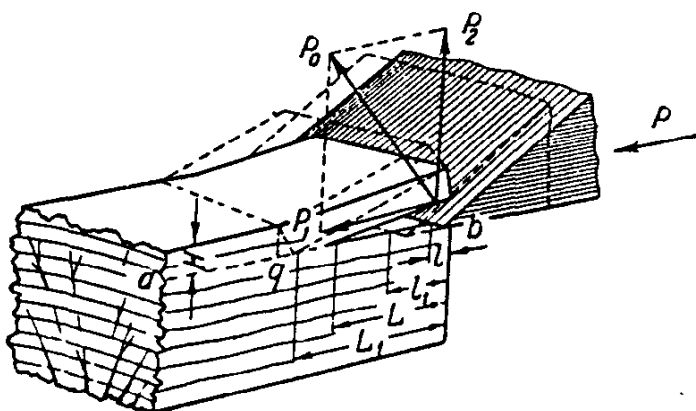
б) резание в торец — лезвие резца в процессе резания перемещается в плоскости, перпендикулярной к направлению волокон древесины;

в) поперечное резание — лезвие резца перемещается в плоскости, параллельной волокнам, но перпендикулярно к их длине.

В практике чаще всего встречается смешанное резание, так как волокна в древесине обычно не расположены строго параллельно друг другу и плоскости резания не всегда совпадают с отмеченными выше направлениями волокон. Примером смешанного резания может служить снятие стружки вращающимися резцами, когда угол между скоростью резания и направлением волокон древесины все время меняется.

Продольное резание

Продольное резание — самое распространенное в производстве. На фиг. 78 показан первоначальный момент внедрения резца в древесину с торца параллельно расположению волокон. Под действием силы P резец, внедряясь в древесину на длину l , подобно клину раскалывает древесину по линии ab на расстоянии L . Величина первоначального расклинивания L зависит от толщины снимаемой стружки H и, как показывают опытные данные, примерно в пять раз превышает ее.



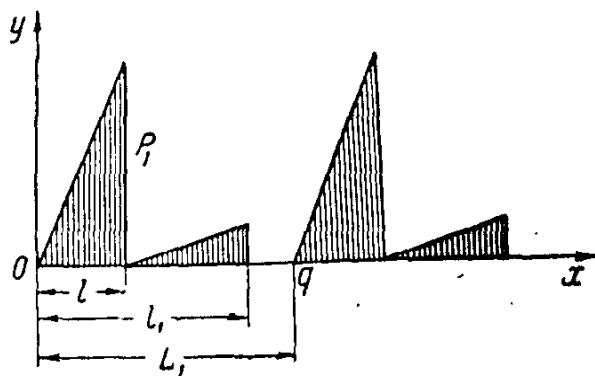
Фиг. 78. Образование элементов стружки при продольном резании древесины.

Разложив нормальное усилие P_0 , возникающее от давления стружки на переднюю грань резца, на две составляющие, получим горизонтальную силу $P_1 = P$, перемещающую резец в древесине, и вертикальную P_2 , отводящую срезаемую стружку вверх по передней грани резца.

В момент первоначального раскалывания древесины сила P_1 достигает максимального значения. При дальнейшем углублении резца в древесину сила P_2 поднимает стружку по передней грани и при углублении на величину l_1 производит надлом на расстоянии L_1 . Это расстояние превышает в шесть-девять раз толщину стружки. В момент надлома стружки сила P_1 достигает нового максимального значения, но меньшего, чем в первый раз. После надлома стружки резец не требует усилия для перемещения его и сила P_1 падает до нуля. Начиная с движения резца от точки q , процесс образования стружки повторяется в описанной последовательности.

На основании ряда проведенных опытов над резанием древесины проф. Тиме установил, что сила P_1 возрастает пропорционально вели-

чине l . Изменение силы P_1 в зависимости от изменения l показано графически на фиг. 79. Из диаграммы видно, что сила P_1 в конце пути l достигает максимального значения. В начале пути l_1-l величина силы P_1 падает до нуля, а в конце пути снова достигает наибольшего своего значения. На отрезке L_1-l_1 резец передвигается, не встречая никакого



Фиг. 79. Изменение усилия резания при продольном резании.

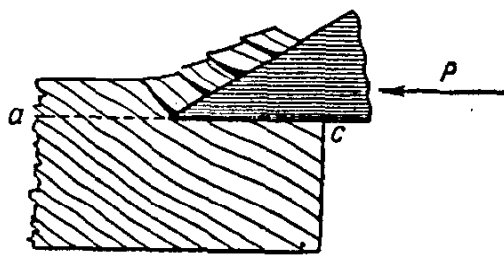
сопротивления, до точки q , в которой начинается отделение второго элемента стружки.

Площадь каждого из треугольников выражает работу силы P на соответствующем участке l и l_1-l .

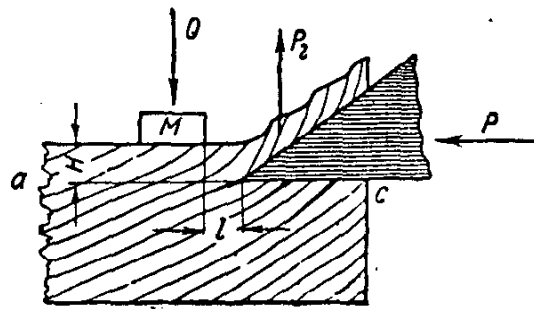
Элементы стружки не отделяются один от другого после надлома, так как они связаны волокнами в верхней плоскости стружки. При продольном строгании острой режущей кромкой стружка небольшой толщины принимает форму спирали без надломов.

Описанное образование стружки получается при параллельном расположении волокон древесины в плоскости резания. При наклонном расположении волокон к направлению движения резца могут быть два случая.

Первый случай (фиг. 80). Стружка образуется из отдельных скалывающихся элементов между годичными слоями. Каждое скалывание происходит только в слое снимаемой стружки и не доходит до обрабатываемой плоскости ac . Качество обработки при этом хорошее, без надщепов и задиров.



Фиг. 80. Образование стружки при движении резца по направлению наклона волокон древесины.



Фиг. 81. Образование стружки при движении резца против наклона волокон древесины.

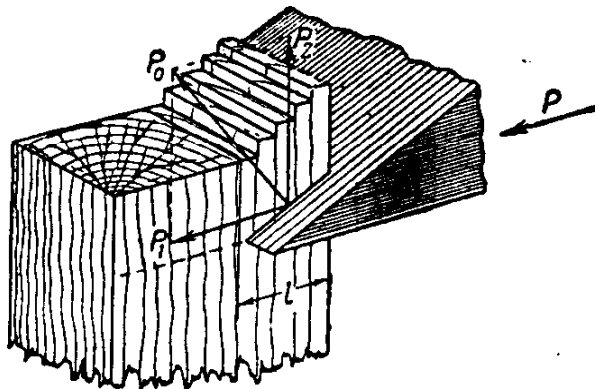
Второй случай (фиг. 81). Резец движется против направления наклона волокон и получают отщепы, идущие в глубь материала. В этом случае во избежание раскалывания древесины по обрабатываемой плоскости необходимо на снимаемый слой древесины давить силой Q , равной P_2 . Силой Q давят на передвигающуюся вместе с резцом колодку M , расположенную впереди режущей кромки.

На качество обработки, кроме давления на колодку, сильно влияет величина расстояния l между кромкой резца и колодкой. Практикой определено, что величина l должна быть равна толщине снимаемой стружки H с незначительным отклонением в сторону увеличения или уменьшения в зависимости от породы древесины и ее влажности.

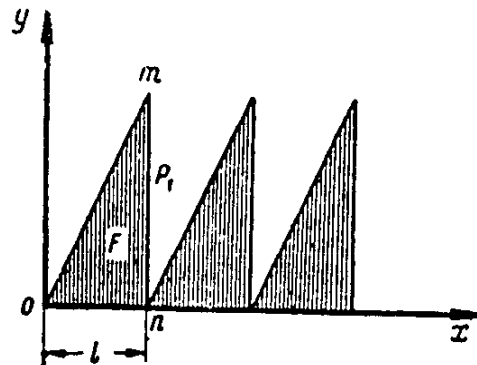
Резание в торец

В производственных условиях резание древесины в торец проводится под различными углами к годичным слоям. Наиболее характерным и изученным является резание в торец под прямым углом к годичным слоям.

В этом случае резец внедряется в древесину перпендикулярно к волокнам под действием силы P (фиг. 82). При углублении резца на



Фиг. 82. Образование элементов стружки при резании древесины в торец.



Фиг. 83. Изменение усилия резания при резании в торец.

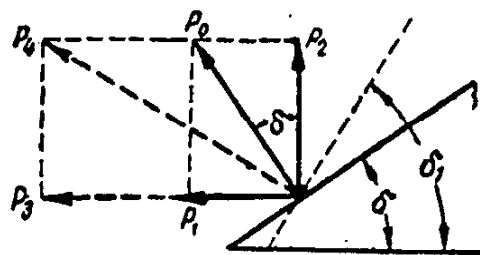
величину l на передней грани возникает нормальное усилие P_0 , с которым резец давит на древесину.

Разложим усилие P_0 на две составляющие: горизонтальную силу $P_1 = P$ и вертикальную P_2 . Из самого направления этих сил видно, что P_1 , кроме передвижения резца, сжимает древесину перпендикулярно волокнам, расположенным над передней гранью резца.

Вертикальная сила P_2 ту же часть древесины скалывает вдоль волокон. Но сопротивление древесины сжатию перпендикулярно волокнам больше, чем скалывание вдоль волокон. Следовательно, резец своей передней гранью вытесит вверх подрезанную в горизонтальном направлении древесину, раскалывая ее между слоями на отдельные элементы — стружки.

Величина силы P_1 изменяется от нуля (в начале образования элемента стружки) до максимума (в момент скалывания). На фиг. 83 показан характер изменения этой силы при резании в торец.

Возникающая на передней грани резца сила P_1 зависит от твердости обрабатываемой древесины и от угла резания δ . При увеличении угла резания и сохранении остальных величин неизменными суммарное усилие при перемещении резца возрастает, что видно из фиг. 84. В том случае, если сила P_2 , скалывающая древесину, останется неизменной, а угол резания δ увеличится до δ_1 , сила P_1 , необходимая для горизонтального перемещения резца, возрастет до значения P_3 . При увеличении силы P_1 суммарная сила давления на переднюю грань резца возрастет с P_0 до P_4 .



Фиг. 84. Изменение усилия резания в зависимости от угла резания.

Возрастание силы P при увеличении угла резания объясняется:

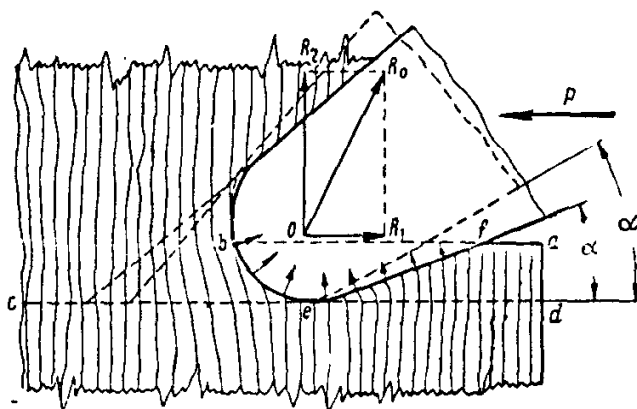
1) более интенсивным раскалыванием снимаемой стружки по годичным слоям;

2) увеличенным сжатием стружки в перпендикулярном направлении к годичным слоям (сминание стружки);

3) увеличением усилий, изгибающих режущую кромку резца в направлении, обратном движению резца, а следовательно, и увеличенной затупляемостью кромки.

При уменьшении угла резания уменьшается и угол заострения. До определенного момента это сказывается положительно на качестве обработки и расходе мощности на резание. Но при малых углах заострения быстрее тупится резец и лезвие его становится недостаточно жестким, отчего происходит упругий изгиб режущей кромки. Кроме того, древесина предварительно расщепляется и снижается качество обработки.

В рассмотренных случаях предполагалось, что лезвие резца представляет собой линию, чего в действительности не бывает, так как



Фиг. 85. Резание древесины в торец резцом овальной формы.

самый остро отточенный резец имеет радиус закругления лезвия. Поэтому картина работы реального резца сильно отличается от рассмотренной выше. Резец с лезвием овальной формы (фиг. 85) отделяет стружку не по линии dec , а по линии ab , проходящей приблизительно через центр O радиуса закругления лезвия резца. Следовательно, все подрезанные волокна, расположенные ниже линии ab , будут изгибаться или вмяться в обрабатываемую

плоскость до уровня линии de . По прохождении резца изогнутые и вмятые волокна под действием упругих сил выпрямляются.

При незначительной величине или полном отсутствии заднего угла α , т. е. $\beta = \delta$, количество деформированных волокон возрастает, так как вследствие изменения кривой bef волокна деформируются так сильно, что уже не имеют возможности впоследствии принять первоначальное положение. Равнодействующая R_0 от давления всех деформированных волокон на участке резца bef при этом будет увеличиваться, а усилие резания P должно возрастать. При увеличении заднего угла участок bef и количество одновременно деформирующихся волокон уменьшаются.

Отсюда можно сделать следующие выводы:

1. Резец с затупленной режущей кромкой требует увеличения усилий резания.

2. Качество обрабатываемой поверхности при работе тупым резцом резко ухудшается из-за деформации подрезаемых волокон.

3. Увеличение заднего угла α уменьшает сопротивление трения обрабатываемой древесины о нижнюю грань резца.

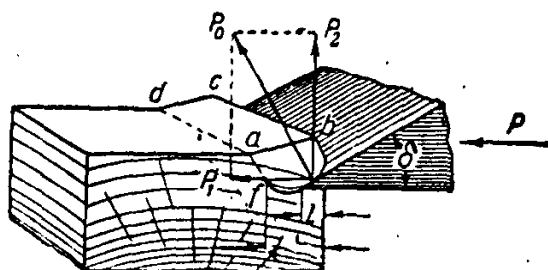
Следует иметь в виду, что возможность увеличения заднего угла весьма ограничена из-за резкого возрастания давления на переднюю грань резца. Для уменьшения трения древесины о нижнюю грань резца необходимо одновременно с увеличением заднего угла хорошо затачивать режущую кромку и не допускать обработки древесины тупыми резцами.

Поперечное резание

Поперечное резание древесины характеризуется движением режущей кромки резца в поперечном направлении к годичным слоям (фиг. 86).

При внедрении резца в древесину под действием силы P на передней грани резца возникает нормальное усилие P_0 , которое разлагается на вертикальную силу P_2 и горизонтальную $P_1 = P$. Сила P_1 сжимает стружку, а сила P_2 перемещает стружку вверх по передней грани резца и отрывает ее элементы от материала.

При углублении резца в древесину на величину l и при максимальном значении силы P_2 элементы стружки $abcd$ скалываются, после чего резец перемещается, не встречая сопротивления, а сила P_2 падает до нуля. В точке f начнет образовываться второй элемент стружки.

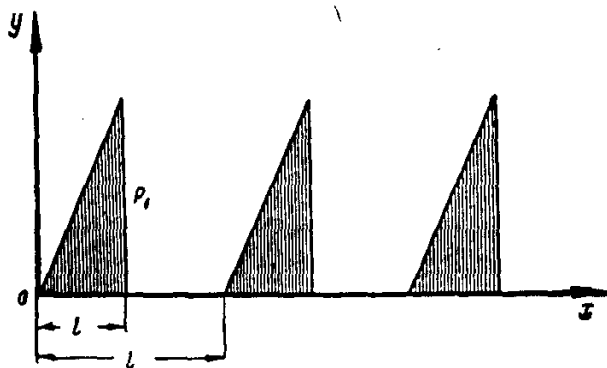


Фиг. 86. Образование элементов стружки при поперечном резании.

Расстояние L , необходимое для передвижения резца при образовании одного элемента стружки, зависит от породы древесины и расположения годичных колец и равно от двух до трех толщин стружки. Поверхность обработки при продольном резании получается ворсистой, что объясняется частым скалыванием снимаемой стружки. На фиг. 87 показано изменение усилия резания при поперечном резании.

На качество обработки древесины, кроме геометрических характеристик резца и направлений волокон, сильно влияет толщина H снимаемой стружки.

Величина усилия резания P , приходящаяся на единицу поперечного сечения стружки (мм^2), называется удельным давлением или коэффициентом сопротивления резанию. Как показывают опыты, чем толще стружка, тем меньше удельное давление. Но чрезмерное увеличение толщины стружки может привести к ухудшению качества обработки. Оптимальную толщину стружки можно определить аналитически и графически, но на практике ее преимущественно определяют опытным путем. Знать толщину стружки необходимо при определении усилий, действующих на резец, или мощности, затрачиваемой на резание.



Фиг. 87. Изменение усилия резания при поперечном резании.

В рассмотренных трех случаях резания сила P_2 при максимальном ее значении скалывала элемент стружки по площади bh . Обозначив коэффициент крепости древесины на скалывание через $k_{ск}$, получим величину силы:

$$P_2 = k_{ск}bh,$$

где P_2 — максимальное значение усилия скалывания стружки в кг;

$k_{ск}$ — коэффициент крепости древесины на скалывание в кг/мм^2 ;

b — ширина снимаемой стружки в мм;

h — толщина снимаемой стружки в мм.

На фиг. 86 видно, что

$$P_1 = P_2 \operatorname{tg} \delta,$$

где $\operatorname{tg} \delta$ — тангенс угла резания.

Усилие, потребное на резание, будет равно

$$P_1 = k_{\text{ср}} \operatorname{tg} \delta b h. \quad (1)$$

Из формулы (1) видно, что сопротивление резанию пропорционально площади поперечного сечения стружки (при данном δ величина $k_{\text{ср}} \operatorname{tg} \delta$ постоянна).

Из фиг. 83 следует, что работа силы P равна площади треугольника $опт$, равной

$$F = \frac{P_1 l}{2},$$

откуда

$$P_1 = 2 \frac{F}{l},$$

где F — площадь треугольника $опт$ в мм^2 ,

l — путь, пройденный резцом при скалывании элемента стружки, в мм .

Подставляя значение P в формулу (1), определяем

$$F = \frac{k_{\text{ср}} \operatorname{tg} \delta \cdot b \cdot h \cdot l}{2};$$

обозначив через

$$k_1 = \frac{k_{\text{ср}} \operatorname{tg} \delta}{2},$$

получаем

$$F = k_1 b h l. \quad (2)$$

Так как $b h l$ есть объем элемента стружки, а величина δ для данного резца постоянна, то работа, затрачиваемая на снятие элемента стружки, пропорциональна начальному объему древесины в этом элементе.

Обозначая через v_1 м/сек действительную скорость подачи, равную в рассмотренных трех случаях резания v м/сек, получим, что число элементов стружки, снятых резцом на пути l в течение секунды, будет

$$\frac{v_1}{l} = \frac{v}{l}.$$

Подставим полученное значение скорости подачи в формулу (2) и определим работу в секунду-

$$\Sigma F = \frac{k_1 \cdot b \cdot h \cdot l \cdot v_1}{l} = k_1 \cdot b \cdot h \cdot v_1 = k_1 \cdot b \cdot h \cdot v,$$

откуда найдем мощность

$$N = \frac{k_1 \cdot b \cdot h \cdot v_1}{75} = \frac{k_1 \cdot b \cdot h \cdot v}{75}.$$

Современные деревообрабатывающие инструменты режут древесину при возвратно-поступательном, поступательном и вращающемся движениях резцов. Третий способ резания преобладает. Циркулярные пилы, ножовые головки строгальных, фрезерных и круглопильных станков, сверлильные станки, копировальные и токарные обрабатывают древесину вращающимися резцами.

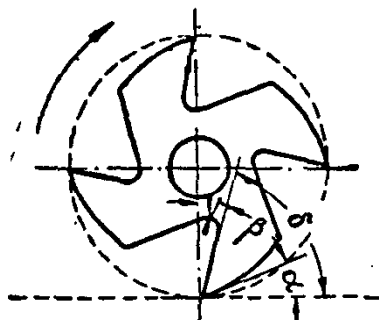
Скорости резания при обработке древесины могут быть весьма высокими. Но при возвратно-поступательном движении режущего инструмента из-за сил инерции, возрастающих пропорционально квадрату скорости, достигнуть больших скоростей резания невозможно. Непрерывно же вращающиеся резцы позволяют обрабатывать древесину при высоких скоростях резания.

Современные деревообрабатывающие станки имеют следующие скорости резания:

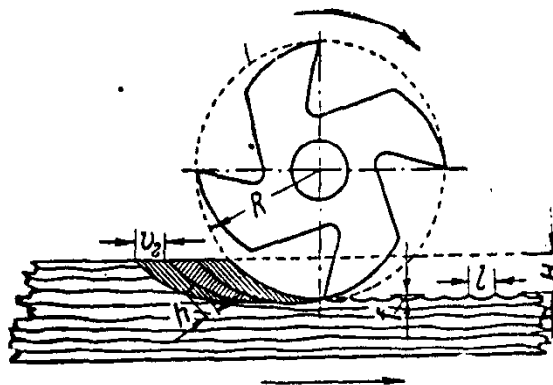
строгальные станки	40 м/сек;
круглопильные станки	60—65 м/сек;
ленточнопильные станки	50—60 м/сек.

В лесопильных рамах с возвратно-поступательным движением средняя скорость резания только 5—6 м/сек.

Геометрические характеристики вращающегося инструмента можно определять по методу, приведенному на фиг. 88.



Фиг. 88. Элементы резца во вращающемся режущем инструменте.



Фиг. 89. Образование стружки при резании вращающимися резцами.

H —толщина снимаемого слоя; h —переменная толщина стружки; v_z —максимальная толщина стружки или подача на один резец; f —глубина волны; l —длина волны.

На снятие стружки вращающимся резцом влияет угол резания δ . Чем больше этот угол, тем больше удельное сопротивление резанию. Но при очень малых углах резания нельзя получить нужное качество обработки, и на поверхности материала появляются задиры и легкие сколы. Поэтому в практике во вращающихся инструментах применяются углы резания в пределах 60—75°; меньший предел — для мягких пород, больший — для твердых.

Вращающиеся резцы срезают стружку последовательно (фиг. 89). Каждая стружка имеет дуговую форму и переменную толщину h . В начальный момент внедрения резца в древесину толщина стружки близка к нулю, а у места выхода резца она достигает максимума v_z . Толщина стружки v_z в максимальном ее сечении измеряется величиной подачи на один резец, которую можно определить по формуле

$$v_z = \frac{v \cdot 1000}{n \cdot z},$$

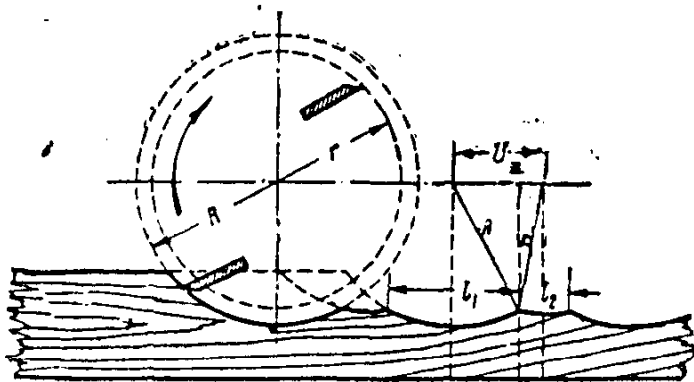
где v_z — подача на один резец в мм;

v — скорость подачи в м/мин;

n — число оборотов в минуту;

z — число резцов.

Качество обработки определяется степенью ее гладкости. Обработанная поверхность имеет следующие неровности: кинематические — от ударов ножей по обрабатываемой плоскости, вибрационные — от вибрации инструмента и главным образом обрабатываемого материала и неровности разрушения (заколы, задиры и вырывы частиц древесины).



Фиг. 90. Зависимость длины волны на обрабатываемой поверхности от радиуса резания вращающегося инструмента.

R и r — радиусы резания резцов; l_1 и l_2 — длины волн.

Как видно из фиг. 90, при неодинаковых радиусах резания резцов длины волн получаются разные, причем резцу с большим радиусом резания соответствует более длинная волна.

Из треугольника (фиг. 90) со сторонами R , r и v_2 определяем

$$R^2 = r^2 + v_2^2 - 2v_2 \cdot \frac{l_2}{2},$$

откуда

$$l_2 = v_2 - \frac{R^2 - r^2}{v_2}$$

и

$$l_1 = v_2 + \frac{R^2 - r^2}{v_2}.$$

Следовательно, величины волн l_1 и l_2 характеризуются разностью радиусов резания и величиной подачи на один резец.

Снятие стружки резцами с разным радиусом резания вызывает неравномерную работу ножевого вала. При этом поверхность обработки получается более грубой, чем при точной установке резцов. При большем количестве ножей неточность установки оказывает такое же влияние, как и при двух ножах. В этом случае образуются волны различной длины и глубины соответственно разнице радиусов резания каждой пары смежных ножей.

С увеличением подачи на резец может быть допущена большая неточность в расположении резцов, но с увеличением радиуса резания точность установки должна быть весьма высокой.

Для определения необходимой точности установки резцов (ножей) во вращающемся инструменте пользуются графиком, приведенным на фиг. 91. Он составлен для инструмента с радиусом резания 62 мм. По этому графику определяется необходимая точность установки ножей для различных величин подачи на один резец. При определении минимальной точности установки поступают так: от точки, соответствующей величине подачи, для которой определяется точность установки инструмента, проводят вертикальную линию вверх до пересече-

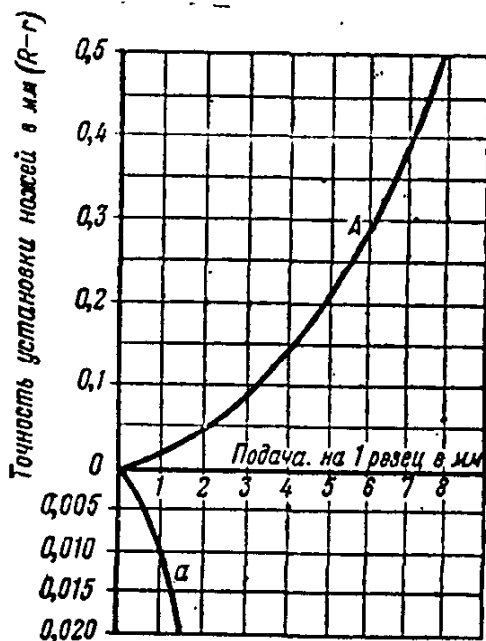
Последний вид неровностей особенно часто появляется при строгании косослойных участков против волокон (см. фиг. 81) и участков с завитками в зоне расположения сучков.

При работе вращающимися резцами на поверхности обрабатываемого материала получаются волны. Длина волны равна подаче на один резец лишь при абсолютно точной установке лезвий всех резцов вращающегося инструмента.

ния с кривой; из точки пересечения опускают на вертикальную ось перпендикуляр, который и покажет искомую точность. Для подач от 1 до 4 мм на один резец требуется точность установки от 0,009 до 0,130 мм

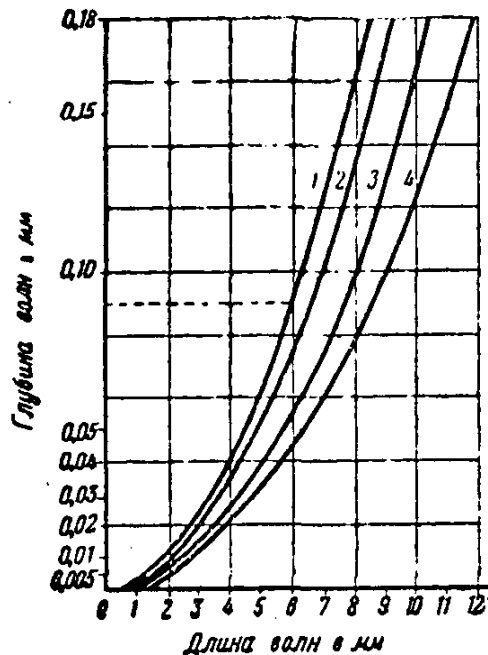
Практически точность установки колеблется от 0,5 до 0,1 мм и при исключительно тщательной установке достигает 0,02 мм.

На качество обрабатываемой поверхности сильно влияет и глубина волн f (фиг. 92), зависящая от длины волны и диаметра режущего



Фиг. 91. График для определения точности установки ножей во вращающемся инструменте.

a —часть кривой A на отрезке от 0 до 0,02 мм в увеличенном масштабе.



Фиг. 92. График зависимости глубины волн от их длины.

1—при радиусе резания $R = 50$ мм; 2—при $R = 60$ мм; 3—при $R = 75$ мм; 4—при $R = 100$ мм.

инструмента. Зависимость между глубиной и длиной волн графически показана на фиг. 92. Из этого графика видно (показано пунктиром), что встречающиеся в практике длины волн от 2 до 6 мм имеют глубину, не превышающую 0,08 мм.

После строгания детали подвергаются дополнительно шлифованию, циклеванию и зашкурровке. При этой обработке снимается значительная часть неровностей.

Основным показателем гладкости обработанной поверхности следует считать глубину волн, которая должна быть меньше величины того слоя, который будет снят с поверхности при дальнейшей обработке.

В табл. 12 приведены степени требуемой гладкости для поверхностей, обработанных вращающимися инструментами.

2. СТАНОЧНЫЙ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

При мелкосерийном или опытным производстве самолетов на качество изделий особенно сильно влияет состояние ручного инструмента. В крупносерийном самолетостроении при поточном способе производства механическая обработка древесины применяется только на первом этапе работы при машинной обработке заготовок и деталей. Дальнейшая сборка узлов и агрегатов ведется в специальных приспособлениях, стапелях и станках, где механическая обработка древесины применяется в очень ограниченном масштабе. Следовательно, первона-

Таблица 12

Максимально допустимые длина и глубина волн на поверхностях, обработанных вращающимся инструментом

Характер поверхностей	Кинематические неровности		Вибрационные неровности
	глубина волн мм	длина волн мм	высота мм
Поверхность, подготовленная к машинному шлифованию:			
твердая древесина	0,15	7,0	0,10
мягкая	0,2	до 10,0	0,2
Поверхности, годные для склеивания, и профилированные поверхности, неудобные для шлифования	0,02	2—4	0,02
Поверхности древесины, идущей на изготовление деталей без последующей обработки после строжки	0,02—0,05	3,65	0,05

Примечание. Неровности глубиной до 0,01 мм возможно определить прикосновением пальцев к обработанной поверхности.

чальная обработка заготовок и деталей должна быть настолько точной, чтобы можно было собирать узлы и агрегаты без подгоночных столярных работ. Этого можно достигнуть только при совершенно исправных и точно налаженных станках и при правильной установке инструмента.

Плохое состояние инструмента резко ухудшает качество обработки и вызывает появление брака.

Производительность при плохом инструменте снижается вследствие малых подач, частых регулировок инструмента и поломок. Плохое состояние инструмента вызывает также преждевременный износ станков вследствие неправильной конструкции инструмента, неверной его заточки и несбалансированности, увеличивает расходы на инструмент из-за частых поломок, повышает расход сырья вследствие больших припусков на обработку и переработку и увеличивает расход электроэнергии, так как при тупых ножах возрастает усилие резания.

Циркульные пилы

Первой операцией механической обработки древесины на самолетном заводе является распиловка ее циркульными пилами.

Циркульные пилы характеризуются размером диска (полотна) и формой зубьев. Размер полотна пилы определяется замером наружного диаметра по вершинам зубьев (фиг. 93). Диаметр пилы следует подбирать в зависимости от толщины распиливаемого материала. Одновременно надо учитывать диаметр внутреннего отверстия d , который должен соответствовать диаметру пильного вала станка или установочной муфты.

Толщина полотна дисковой пилы зависит от величины ее наружного диаметра и выражается формулой

$$S = 0,1 \sqrt{D},$$

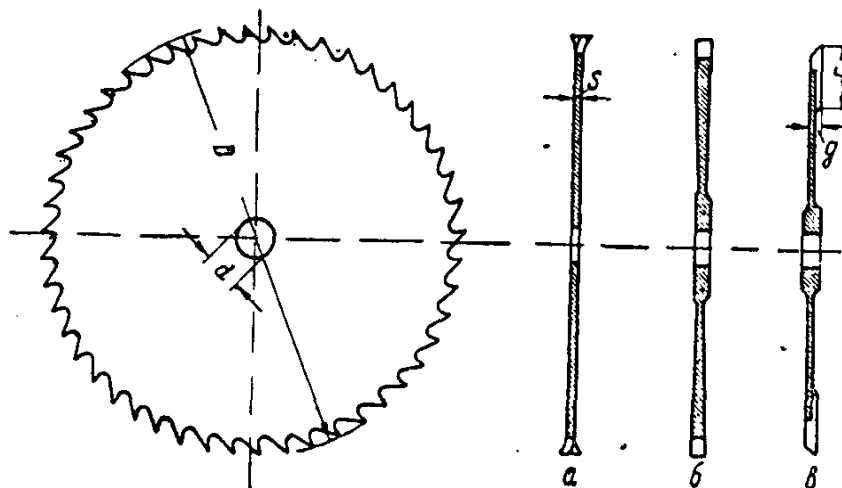
где S — толщина полотна в мм;
 D — наружный диаметр в мм.

Практика показала возможность применения более тонких пил, чем рекомендуемые подсчетом по этой формуле.

Поэтому при подборе толщины полотна пилы нужно не ограничиваться подсчетом по формуле, а учитывать следующие условия:

1) состояние пилы — качество рихтовки полотна, заточки и развода зубьев; тонкие пилы, имея пониженную жесткость полотна, при плохой заточке и разводе дают некачественный пропил;

2) характер распиловки — при ребровой распиловке целесообразно применять пилы с тонким полотном;



Фиг. 93. Циркулярные пилы.

а — сечение нормальной пилы; б и в — сечение строгальных пил.

3) твердость распиливаемой древесины — мягкие породы с пониженным сопротивлением резанию позволяют при малых скоростях подачи применять пилы с тонкими полотнами;

4) уменьшение мощности резания — тонкие пилы требуют меньшей мощности на резание древесины.

Соблюдая перечисленные условия, возможно применять пилы на один-два номера тоньше, чем рекомендуемые приведенной выше формулой.

Толщины полотен пил, выпускаемых заводами, калиброваны по бирмингемскому проволочному калибру (BWG) или по британскому (IWG). Номера калибров и соответствующие им размеры в мм приведены в табл. 13.

Таблица 13

Номера калибров пил и соответствующие им размеры по бирмингемскому и британскому калибрам в мм

№ калибра	Калибр BWG	Калибр IWG	№ калибра	Калибр BWG	Калибр IWG
7	4,57	4,47	15	1,83	1,83
8	4,19	4,06	16	1,65	1,63
9	3,76	3,66	17	1,47	1,42
10	3,40	3,25	18	1,24	1,22
11	3,05	2,95	19	1,07	1,02
12	2,77	2,64	20	0,89	0,91
13	2,41	2,34	21	0,81	0,81
14	2,11	2,03	22	0,71	0,71

Для первоначальной распиловки авиационной древесины применяются нормальные раскроечные циркульные пилы, форма полотна которых показана на фиг. 93, а.

В табл. 14 приводится рекомендуемое число оборотов для раскроечных пил в зависимости от диаметра и толщины полотна.

Таблица 14

Основные данные раскроечных циркульных пил в мм

Диаметр пилы D	Толщина полотна S	Диаметр отверстия d	Число об/мин.	Диаметр пилы D	Толщина полотна S	Диаметр отверстия d	Число об/мин.
200	1,1	16	4000	450	2,0	24	2000
250	1,2	16	3500	500	2,2	30	1800
300	1,4	20	3000	550	2,4	30	1650
350	1,6	20	2600	600	2,7	30	1500
400	1,8	24	2300				

В крупносерийном производстве при использовании большинства планок сразу после качественной распиловки без последующей обработки должны широко применяться вогнутые дисковые пилы (фиг. 93, б), отличающиеся от раскроечных формой зуба и профилем полотна. Толщина периферийной части полотна двояковогнутой пилы на один-два номера больше, чем у центрального отверстия. Такой профиль позволяет работать пилой, не имеющей развода, причем получается чистая поверхность, приближающаяся по качеству обработки к строганой. Эти пилы называются иногда строгальными пилами.

Вторая разновидность строгальных пил показана на фиг. 93, в. Эти пилы работают без развода и дают очень чистый пропилен. Рабочей кромкой является кромка 2, ниже которой полотно имеет выточку 3 глубиной от 2 до 3 мм в зависимости от калибра полотна. Такие строгальные пилы применяются для чистовой торцовки деталей, резки фанеры на-ус и обработки каркасов узловых деталей под приклейку обшивки.

Наружные диаметры строгальных пил и толщина полотна, измерения у зубчатого венца, приведены в табл. 15.

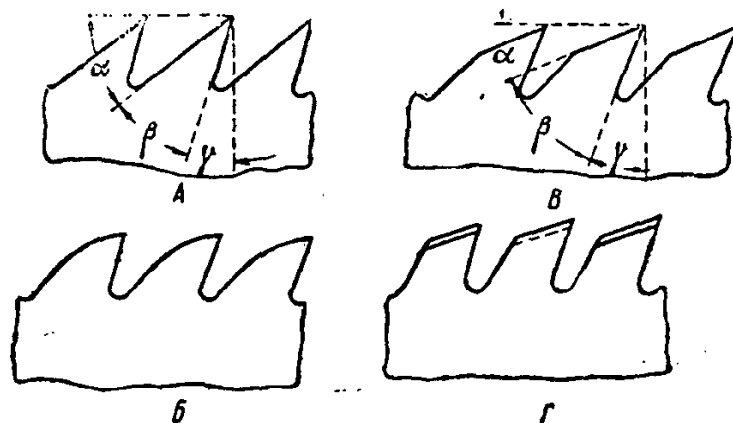
Таблица 15

Основные размеры двояковогнутых строгальных пил в мм

Диаметр пилы D	Толщина полотна S	Диаметр пилы D	Толщина полотна S	Диаметр пилы D	Толщина полотна S	Диаметр пилы D	Толщина полотна S
100	1,7	250	2,2	400	2,8	550	3,4
150	1,8	300	2,4	450	3,0	600	3,6
200	2,0	350	2,6	500	3,2	650	3,8

Циркульные пилы различаются по профилю зубьев, размер и профиль которых определяются направлением резания по отношению к волокнам древесины и зависят от физических и технологических свойств древесины и размеров полотна пилы. Профили зубьев циркулярных пил для продольной распиловки показаны на фиг. 94 (профиль А — зуб с прямой спинкой, В — зуб с выпуклой спинкой, В и Г — «волчий» профиль зуба).

Профили А и В применяются для распиловки древесины хвойных пород, «волчий» зуб — преимущественно для твердых пород. При распиловке мягких и твердых пород следует подбирать пилы с раз-



Фиг. 94. Профиль зубьев циркулярных пил для продольной распиловки.

личными геометрическими характеристиками зубьев. Так, например, для распиловки мягких пород передний угол γ делается большим, чем у зубьев для распиловки твердых пород. При увеличении переднего угла снижается мощность, затрачиваемая на пиление, так как зуб с большим передним углом легче внедряется в древесину (см. фиг. 84). Такое же влияние оказывает уменьшение угла заточки β зуба. С уменьшением мощности пиления уменьшается усилие на подачу материала, что необходимо учитывать при подборе пил для станков с ручной подачей.

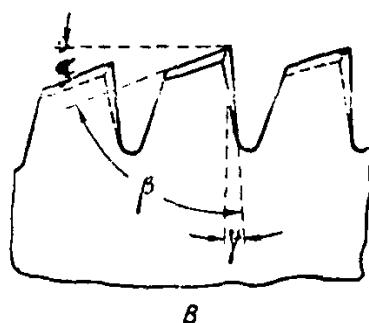
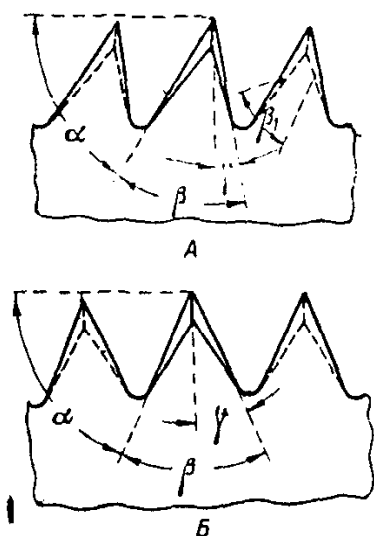
Исследованиями ЦНИМОД установлено, что на изменение мощности пиления влияет также заточка зуба. Так, при скошенной заточке спинки у «волчьего» зуба (фиг. 94, 2) уменьшается мощность пиления при повышенной чистоте распила мягких пород (угол скашивания спинки зуба равен 65°).

Оптимальные угловые характеристики профилей зубьев у циркулярных пил для продольной распиловки приведены в табл. 16.

Таблица 16
Угловые значения профилей зубьев круглых пил для продольной распиловки

Профиль зуба	Угловые значения в градусах			
	α	β	γ	δ
Зуб с прямой спинкой	30—35	45—35	15—20	75—70
Зуб с прямой спинкой у строгальных пил	—	47—50	—	77—80
Волчий зуб	20—15	60—45	10—30	80—60

Профиль зуба циркульных пил для поперечной распиловки (фиг. 95) резко отличается от профиля зуба у пил, применяемых для продольной распиловки. При поперечной распиловке волокна древесины разрезаются боковыми кромками зубьев пилы, для чего кромки затачивают



Фиг. 95. Профиль зубьев циркульных пил для поперечной распиловки.

А — несимметричный профиль зуба; Б — симметричный; В — волчий

под углом β_1 (фиг. 95) поочередно то с одной, то с другой стороны. Для твердых пород боковые кромки зубьев затачиваются в пределах $\beta_1 = 60-80^\circ$, для мягких $\beta_1 = 45-60^\circ$.

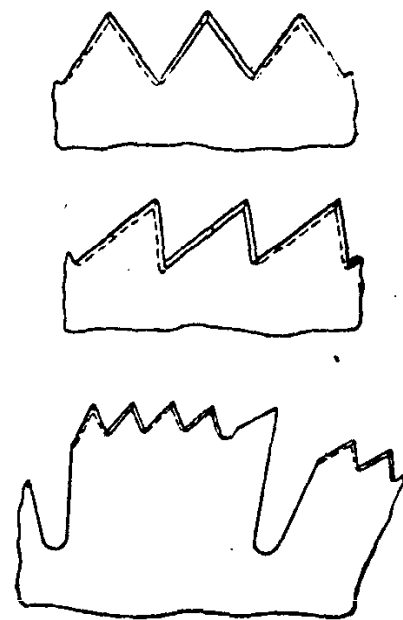
Пилы для поперечной распиловки имеют следующие профили зубьев: А — несимметричный, Б — симметричный и В — «волчий».

Несимметричный профиль зуба применяется для распиловки хвойных пород. Такие пилы мало распространены, так как требуют больших усилий на подачу материала и зубья их менее устойчивы и быстрее затупляются. Твердые породы распиливаются циркульными пилами с «волчьим» профилем зуба.

Для распиловки дельта-древесины применяются только пилы с «волчьим» профилем зуба. Из-за повышенной твердости дельта-древесины стойкость зубьев пилы при работе очень незначительна. Применение же сплошной закалки пилы для повышения ее твердости нежелательно из-за хрупкости такой пилы и опасности поломки ее. Повышение твердости пил методом цементации, цианирования и хромирования не позволяет разводить зубья без разрушения хрупкого поверхностного слоя. Практика показала, что целесообразнее всего местная закалка зубьев в поле высокой частоты до $R_c = 54-60$, приблизительно на $\frac{2}{3}$ высоты от вершины.

Для чистовой торцовки деталей применяются мелкозубые циркульные пилы (фиг. 96).

Геометрические характеристики профилей зубьев циркульных пил для поперечной распиловки даны в табл. 17.



Фиг. 96. Профиль зубьев циркульных пил для чистовой поперечной распиловки.

Таблица 17

Угловые значения профилей зубьев круглых пил для поперечной распиловки

Профиль зуба	Угловые значения в градусах			
	α	β	γ	δ
Несимметричный зуб	55—60	40—45	5—15	90—105
Симметричный зуб	70—80	40—60	20—30	110—120
„Волчий“ зуб	30	65	5	95
„Волчий“ зуб для распиловки дельта-древесины	25	55	10	80
Мелкозубые пилы	45—50	50—70	5—20	95—115

Качество работы пилы зависит не только от правильной заточки зубьев, но и от точности габаритных размеров пилы, качества полотна, точного расположения отверстия под пильный вал и пр.

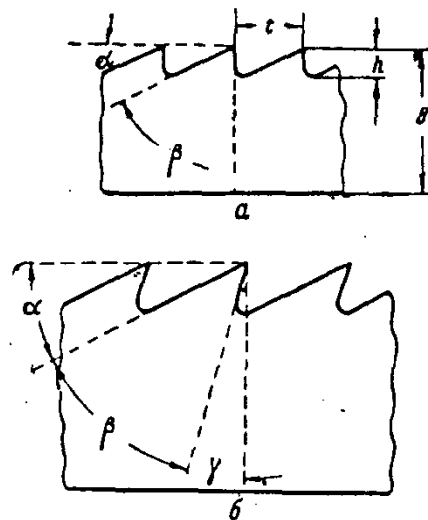
Для качественной распиловки циркулярные пилы должны отвечать следующим требованиям:

1. Наружный диаметр должен соответствовать требуемым размерам. Отклонение допускается ± 3 мм.
2. Вершины зубьев должны лежать точно по наружной окружности пилы, т. е. радиус резания всех зубьев должен быть одинаков.
3. Профили и размеры всех зубьев у одной пилы должны быть одинаковыми и соответствовать стандарту.
4. На полотне пилы не должно быть мелких трещин и надрывов, получающихся при штамповке венца зубьев и заточке.
5. Внутренний диаметр отверстия под пильный вал должен быть концентричен наружному диаметру. Допускается отклонение $\pm 0,2$ мм.
6. Полотно пилы должно быть всюду одинаковой толщины и строго соответствовать стандартным размерам. Отклонение по толщине полотна в отдельных местах не должно превышать $\pm 0,05$ мм.
7. Полотно пилы должно быть отшлифованным или отполированным, без плен, чернил и раковин. На нем не должно быть царапин и поджогов от шлифовки, заметных следов от ударов ручником при правке полотна.
8. Полотно должно быть хорошо выправлено, без выпучин и крыловатости и иметь правильное внутреннее натяжение во время работы.

Ленточные пилы

Ленточные пилы применяются для продольной и поперечной распиловки и для предварительной выпилки криволинейных деталей. Ленточная пила характеризуется профилем зубьев, шириной, толщиной и длиной полотна (фиг. 97). При ширине до 50 мм ленточные пилы называются столярными или узкими, а при ширине от 50 до 450 мм — раздольными или широкими пилами.

В самолетостроении применяют главным образом узкие ленточные пилы, которыми удобно распиливать сортаменты небольших сечений,



Фиг. 97. Профиль зубьев узких ленточных пил.

a — зубья без переднего угла; b — зубья с передним углом.

а также выполнять прямолинейную и криволинейную распиловку щитов и фанеры.

При ширине полотна 6 мм ленточными пилами можно выполнять криволинейный пропил минимального радиуса 20 мм; при ширине полотна пилы в 50 мм — минимальный радиус криволинейного пропила 800 мм. На радиус кривизны пропила влияет не только ширина полотна пилы, но и развод зубьев. При большой величине развода можно получить меньший радиус кривизны пропила. Особенно целесообразно для криволинейной распиловки применять ленточные пилы с шириной полотна до 25 мм, дающие минимальный радиус кривизны пропила 280—300 мм. При распиловке по кривой меньшего радиуса возможны разрывы полотна пилы и слетание ее со шкивов.

Длина ленточной пилы зависит от диаметров пильных шкивов и расстояния между их осями и выражается формулой:

$$L_{\max} = 2(\pi \cdot R + l_{\max}),$$

где L_{\max} — длина ленточной пилы в мм;

R — радиус пильного шкива станка в мм;

l — расстояние между осями пильных шкивов в мм.

От диаметра пильного шкива зависит и толщина полотна пилы, выражаемая формулой:

$$S_{\max} = 0,001D,$$

где S — толщина полотна пилы в мм;

D — диаметр пильного шкива в мм.

Профиль зубьев у ленточных пил определяется направлением распиловки относительно годовичных слоев и технологическими свойствами древесины. На фиг. 97 показаны профили зубьев у узких ленточных пил. Профиль зуба без переднего угла применяется для криволинейной распиловки с шириной полотна пилы 20—25 мм.

Для продольной распиловки мягких пород применяется профиль зуба с передним углом γ и шириной полотна 25—50 мм.

Угловые значения профилей зубьев узких ленточных пил приведены в табл. 18.

Таблица 18

Угловые значения профилей зубьев узких ленточных пил

Профиль зуба	Угловые значения в градусах			
	α	β	γ	δ
Зуб с прямой спинкой без переднего угла	30	60	0	90
Зуб с прямой спинкой с передним углом	25—35	60—45	5—10	85—80

Шаг зубьев узких пил в зависимости от ширины полотна пилы определяется по формуле:

$$t = (0,50 \div 0,25) B,$$

где t — шаг в мм;

B — ширина полотна в мм.

Бóльшие значения коэффициента применяются в пилах шириной до 25 мм, а меньшие — при ширине от 25 до 50 мм. Высота зуба в зависимости от шага выражается формулой:

$$h = (0,50 \div 0,60) t,$$

где h — высота зуба в мм;
 t — шаг в мм.

Применяемые авиационными заводами ленточные пилы завода им. Кагановича характеризуются размерами, приведенными в табл. 19.

Таблица 19

Основные размеры ленточных пил, выпускаемых заводом им. Кагановича

Размеры полотна мм		Размеры зуба мм		Угловые значения зуба в градусах		
ширина	толщина	шаг	высота	α	β	γ
12	0,6	6	4	25	45	20
25	0,8	8	5	25	45	20
35	0,9	10	6	25	45	20
50	1,05	12	7	25	45	20

Для распиловки дельта-древесины следует применять большие сечения полотна пил с мелким зубом. Для бóльшей стойкости зуба в этом случае увеличивают угол заострения β и уменьшают высоту зуба h . Так, например, при ширине полотна 50 мм шаг зуба делают 6—10 мм, высоту 3—4 мм, задний угол $\alpha=25-35^\circ$ и угол заострения $\beta=60-55^\circ$.

Разводка зубьев пил

При работе пила, углубляясь в древесину, может от трения о стенки пропила защемиться. Для обеспечения нормальной работы пилы режущий участок зубьев (вершины) должен быть шире толщины полотна. Это достигается тремя способами: вершины зубьев отгибаются в стороны (разводятся); полотно пилы делается тоньше от периферийной части к центру (поднутрение); верхушки зубьев пил расплющиваются.

Чаще всего применяется первый способ — разводка зубьев пилы. Поднутрение применяется на всех строгальных пилах. Плоскостности подвергаются только зубья широких (ребровых) ленточных пил.

При разводке верхнюю часть зуба отгибают в направлении, перпендикулярном к плоскости полотна пилы, причем нечетные зубья (по порядку номеров) отгибаются в одну сторону, четные в другую. При разводке зубьев пил должны быть выполнены следующие требования.

Отгибать зуб в сторону следует не у основания его, а в верхней части; граница изгиба всех зубьев должна располагаться на одном и том же расстоянии от впадин.

Развод зубьев должен быть одинаковым на каждую сторону.

Величина развода должна выбираться в зависимости от условий распиловки и конструкции пилы.

Начало изгиба правильно разведенного зуба должно лежать на $\left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{2}\right)$ расстояния от вершины его. Изгиб зубьев у основания способствует образованию трещин в полотне и ведет к поломке зуба.

Положения передних режущих кромок и боковых граней с обеих сторон полотна должны быть симметричны. На фиг. 98 показаны правильно и неправильно разведенные зубья пилы. Зубья пилы *Б* разведены неправильно: на одну сторону разведены с вершины, а на противоположную — у основания, величина отгиба несимметрична.

Фиг. 98. Развод зубьев пил.
А — правильный; Б — неправильный; а, б и в — величины развода зубьев пилы на одну сторону.

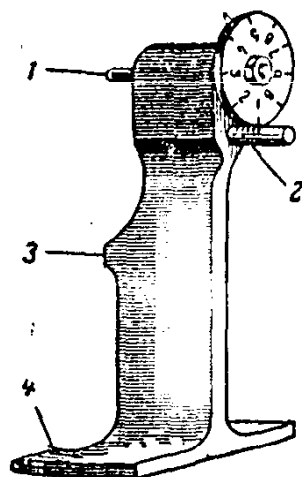
Рекомендуются следующие величины развода зубьев в одну сторону для различных пил:

круглые пилы: а) крупнозубые 0,5—0,8 мм, б) мелкозубые 0,3—0,5 мм;

узкие ленточные пилы 0,15—0,3 мм.

Отклонения в величине развода зубьев одной пилы не должно превышать $\pm 0,1$ мм. При распиловке твердых пород применяются пилы с меньшим разводом, при распиловке мягких пород — с большим разводом. Меньший развод применяется также для пил с мелкой насечкой зубьев и при малых скоростях подачи.

Положение зубьев после разводки проверяется контрольными приспособлениями. Удобно и точно можно определить величину развода зубьев пилы приспособлением с микрометрическим винтом (фиг. 99). Контрольный винт 1 устанавливают по шкале 2 на требуемую величину развода, приспособление опирают выступами 3 и 4 на полотно пилы и определяют правильность разводки всех зубьев.



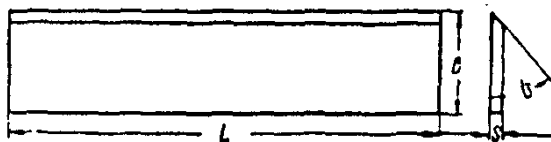
Фиг. 99. Приспособление для проверки развода зубьев пил.

Строгальные ножи

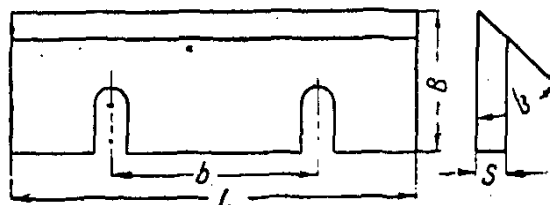
Для строжки древесины применяются строгальные ножи, устанавливаемые в ножевых головках. От конструкции ножевой головки зависит и конструкция ножа.

Все строгальные ножи разделяются на тонкие (фиг. 100) — толщиной 2,5—5 мм и толстые (фиг. 101) — толщиной 5—12 мм. Тонкие строгальные ножи устанавливаются преимущественно на круглые ножевые головки (фиг. 102) и применяются для строгания на глубину не свыше 3 мм.

Толстые ножи устанавливаются на круглые и квадратные (фиг. 103) ножевые головки для строгания на глубину до 9 мм.



Фиг. 100. Тонкий строгальный нож.



Фиг. 101. Толстый строгальный нож.

Длина ножей зависит от конструкции ножевой головки и ширины строгания материала и колеблется от 100 до 1200 мм. При подборе длины ножа по ширине обрабатываемого материала нож должен быть на 10—20 мм больше ширины материала.

Ширина ножа B определяется числом ножей в ножевой головке и диаметром ее D . Для круглой ножевой головки с двумя и четырьмя ножами $B=0,3D$, для квадратной головки с четырьмя ножами $B=0,65D$, для круглой головки с шестью ножами $B=0,2D$.

Ножи крепятся в ножевых головках следующими способами: тонкие ножи — накладками (фиг. 104) или распорной планкой с болтами (фиг. 102); толстые ножи крепятся непосредственно болтами (фиг. 103), вставляемыми в совмещенные прорези ножа и ножевой головки. Число прорезей и их расположение на ноже зависят от длины ножа и определяются по табл. 20.

Таблица 20

Зависимость числа прорезей и расстояния между ними от длины ножа

Длина ножа L , мм	Число прорезей z	Расстояние между осями прорезей b , мм
100—150	2	50—80
200—300	3	80—100
350—800	4—8	100
900—1200	9—1200	100

Расстояние крайних прорезей от боковых кромок ножа определяется по формуле

$$a = \frac{L - b(z-1)}{2},$$

где a — расстояние оси прорези до боковой кромки ножа в мм;

L — длина ножа в мм;

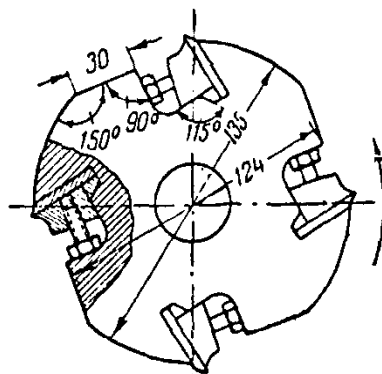
b — расстояния между осями прорезей в мм;

z — число прорезей.

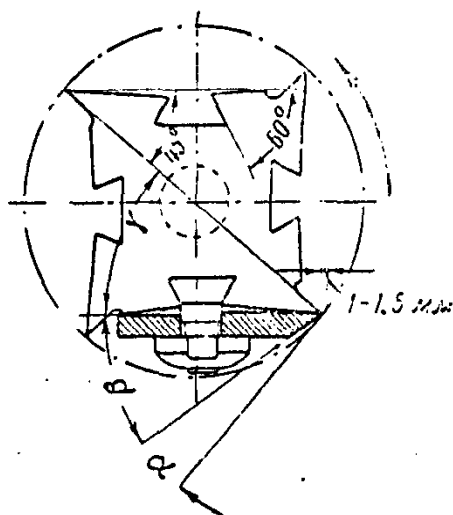
Длина прорези K зависит от ширины ножа и определяется по формуле

$$K=0,55B.$$

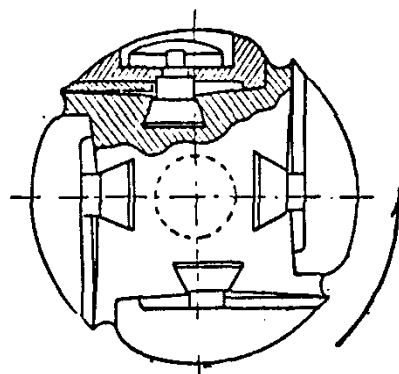
Ширину прорези C делают на 1—1,5 мм больше диаметра крепежного болта.



Фиг. 102. Круглая ножевая головка с креплением ножей распорными планками.



Фиг. 103. Квадратная ножевая головка.



Фиг. 104. Круглая ножевая головка с креплением ножей накладками.

На качество работы ножей сильно влияет их материал. Узкие тонкие ножи не испытывают при работе изгибающих напряжений и поэтому их делают целиком из легированной или высокоуглеродистой стали.

Широкие толстые ножи, укрепленные в ижевой головке болтами, испытывают при работе изгибающие усилия, что заставляет сочетать в ноже твердость с эластичностью. Поэтому их изготавливают двухслойными: режущую часть толщиной 2—4 мм (в зависимости от толщины ножа) — из легированной или высокоуглеродистой инструментальной стали (до 0,9% С), а всю остальную часть ножа — из малоуглеродистой стали 0,2—0,3% С.

Углы заточки ножа зависят от твердости обрабатываемой древесины. Рекомендуемые углы заточки для строгальных ножей приведены в табл. 21.

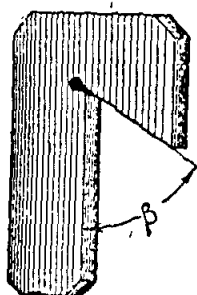
Таблица 21

Угловые значения заточки строгальных ножей

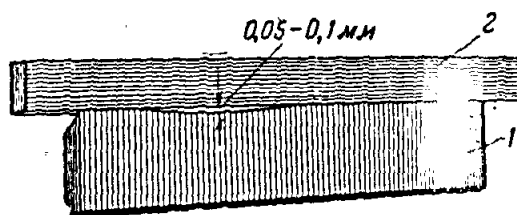
Обрабатываемый материал	Угловые значения в градусах			
	α	β	γ	δ
Древесина мягких пород	17	37	36	54
Древесина твердых пород	14	46	30	60
Древесные пластики (дельта-древесина, балингит и др.)	15—20	65	10—5	80—85

Заточка и балансировка ножей

Ножи затачивают чашечными или дисковыми точильными кругами. В первом случае затачиваемая задняя грань получается плоской, во втором — вогнутой. Плоская заточка рекомендуется для ножей, обра-



Фиг. 105. Шаблон для проверки угла заточки строгальных ножей.



Фиг. 106. Проверка прямолинейности лезвия строгального ножа.

1—нож; 2—контрольная линейка.

батывающих твердую сучковатую древесину или работающих при высоких скоростях подачи. Лезвия с вогнутой заточкой задней грани менее прочны и их рекомендуется применять для строжки мягких пород.

Заточка должна обеспечить точную величину угла заострения ножа, прямолинейность режущей кромки, остроту лезвия, отсутствие заусенцев, выкрашивающихся мест, засинений и шлифовочных поверхностных трещин на фаске ножа. Угол заострения ножа проверяется шаблоном (фиг. 105), изготовленным соответственно величине угла заост-

рения для мягкой или твердой породы или дельта-древесины с допуском $\pm 1^\circ$ к номинальной величине. Прямолинейность режущей кромки проверяется контрольной линейкой (фиг. 106). Отклонения от прямолинейности (зазоры между ножом и линейкой) не должны превышать 0,05—0,1 мм. Остроту лезвия проверяют с лупой (в лабораторных условиях — с инструментальным микроскопом). Ширина режущей кромки лезвия после заточки (без доводки оселком) должна быть 0,04—0,06 мм. Заусенцы и царапины на гранях ножа устраняют оселком. Ножи с поверхностными трещинами, засинениями и выкрашивающимися местами вновь затачивают до снятия этих дефектов.

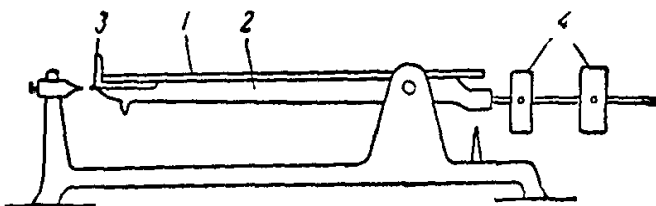
К габаритным размерам ножей предъявляются следующие требования:

1) отклонения от габаритных размеров ножа не должны превышать по длине ± 1 мм, по ширине $\pm 0,5$ мм и по толщине $\pm 0,1$ мм;

2) отклонения в размерах прорезей и смещение их по длине и ширине ножа не должны превышать ± 1 мм;

3) поверхность ножа в продольном направлении должна быть строго прямолинейная, в поперечном — у широких ножей — допускается вогнутость с нижней стороны, причем стрела прогиба не должна превышать 0,25—0,5 мм.

Перед установкой на ножевую головку ножи необходимо отбалансировать на специальных весах (фиг. 107). Балансируемый нож 1 укладывается на плоскость 2 весов к упору 3 и уравнивается грузом 4. Затем нож поворачивают на 180° и кладут снова точно к упору 3. Если равновесие нарушилось, следовательно, нож относительно его оси симметрии не сбалансирован. Для уравнивания половины ножа можно стачивать часть материала с затылочной стороны или, наоборот, наварить материал. В подобранном для установки на одну ножевую головку комплекте все ножи должны иметь один вес; допускаемое отклонение $\pm 0,3$ г.



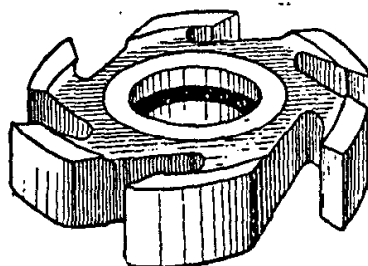
Фиг. 107. Весы для балансировки строгальных ножей.

1—нож; 2—плоскость весов; 3—упор; 4—груз.

Фрезы

Для обработки древесины в самолетостроении на фрезерных станках применяются цельные фрезы, фрезерные головки с плоскими вставными ножами, фланцевые фрезерные головки с дугowymi ножами, фрезерные головки с круглыми ножами и концевые фрезы для копировально-фрезерных станков.

В крупносерийном производстве наиболее широко применяются цельные фрезы (фиг. 108). Они не требуют трудоемкой работы по установке отдельных резцов, легко балансируются, спокойно работают на быстроходных фрезерных станках и безопасны в работе. Главное их преимущество заключается в том, что при переточках не нарушается правильность заточки.



Фиг. 108. Цельная фреза.

Рекомендуемые углы заточки для цельных фрез приведены в табл. 22.

Таблица 22

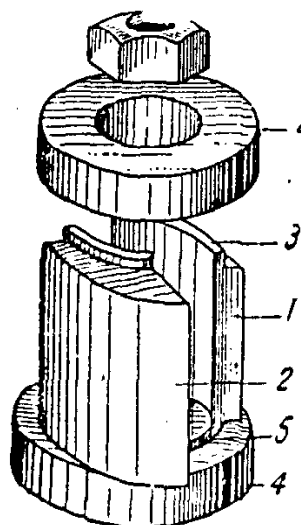
Углы заточки цельных фрез

Обрабатываемый материал	Углы в градусах			
	α	β	γ	δ
Древесина мягких пород	12—16	42—50	36—24	54—66
Древесина твердых пород	10	50—60	30—20	60—70
Древесные пластики (дельта-древесина, балингит и др.)	15—20	65	10—5	80—85

Цельные фрезы применяются для фрезерования криволинейных контуров при небольшой высоте материала, для выборки различного профиля шпунтов и других подобных работ.

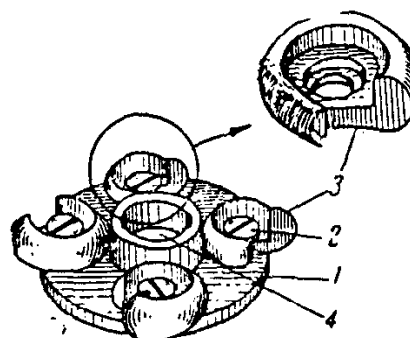
Фрезерные головки с плоскими вставными ножами по своей конструкции совершенно аналогичны ножевым головкам со строгальными ножами, но имеют меньшую длину. На фрезерных станках применяются

квадратные и круглые ножевые головки. Фрезерными головками с плоскими ножами производится прямолинейное и криволинейное фрезерование, а также заусовка различных заготовок и деталей.



Фиг. 109. Фланцевая фрезерная головка с дуговыми ножами.

1, 2—дуговые ножи; 3—выступы ножа; 4—фланцы; 5—паз.



Фиг. 110. Фрезерная головка с круглыми резцами.

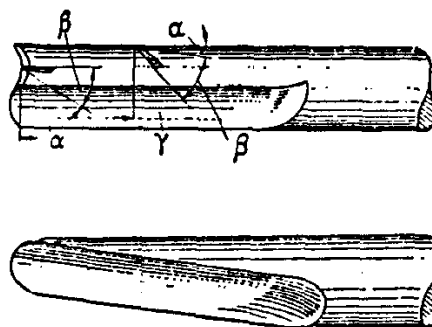
1—диск; 2—болты; 3—круглые ножи; 4—втулка.

Фланцевые фрезерные головки с дуговыми ножами (фиг. 109) по конструкции крайне просты: два дуговых ножа 1 и 2 с выступами 3 по внутренней части крепятся между фланцами 4 в пазах 5. Такое крепление ножей обеспечивает полную безопасность работы фрезой. Монтируется фреза прямо на шпинделе станка или на специальной втулке, вместе с которой надевается на шпиндель. Дуговые ножи затачиваются по передней грани. Применяются также фланцевые головки с плоскими ножами, но они крайне опасны в работе и применение их нежелательно.

Фрезерные головки с круглыми резцами имеют следующую конструкцию: В периферийной части диска 1 (фиг. 110) имеются отвер-

ствия, в которых болтами 2 укреплены круглые ножи 3, заточенные только с передней грани. В центре диска расположена втулка 4 для крепления всей головки на шпинделе станка. Такие фрезерные головки применяют для прямолинейного неглубокого фрезерования невысоких контуров (облегчения в стрингерах и стойках).

Копировально-фрезерный инструмент (фиг. 111), применяемый на копировально-фрезерных станках, используется для окончательной обработки криволинейных внутренних и наружных контуров у различных деталей (преимущественно у нервюр и шпангоутов). В работе такого инструмента участвуют боковые и торцевые грани, угловые элементы которых показаны на фиг. 111; их значения приведены в табл. 23.



Фиг. 111. Фреза для копировально-фрезерных станков.

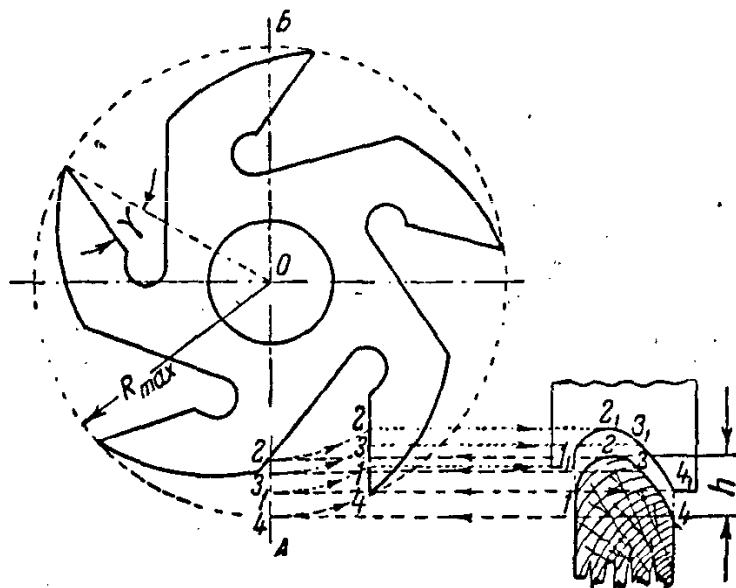
Таблица 23

Углы заточки копировально-фрезерного инструмента				
Режущие элементы	Углы в градусах			
	α	β	γ	δ
Боковые	15—25	30—45	20—45	45—70
Торцевые	45—50	40—45	0	90

Ряд деталей, обрабатываемых фрезерным инструментом, имеет фасонный профиль. С особой точностью необходимо обрабатывать детали, фигурный профиль которых является частью плоскости обтекания самолета, например концевой обод консоли крыла, носовая бобышка ферингов стабилизатора, лобовой стрингер киля и стабилизатора. Профиль режущей грани резца будет точным отпечатком профиля обрабатываемой им детали только в том случае, когда плоский нож укреплен в прорези шпинделя фрезерного станка и передний угол резца $\gamma = 0$. Все же

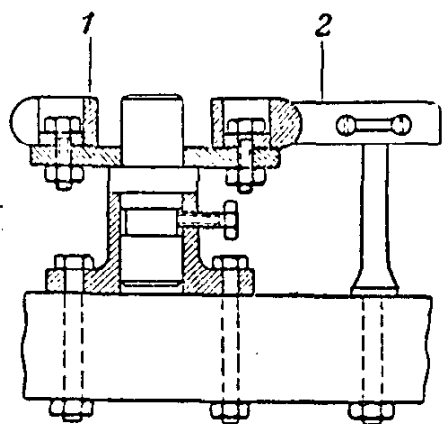
фасонные резцы фрезерных головок, цельных и составных фрез расположены наклонно к плоскости фрезерования и по профилю режущей грани отличаются от профиля обрабатываемой им детали.

Определять профиль режущей грани по заданному профилю детали удобнее всего графически. Заданный профиль изделия вычерчивают в натуральную величину (фиг. 112). На контуре про-



Фиг. 112. Графический способ определения профиля режущей грани фрезы по заданному профилю изделия.

филя намечают ряд точек, характеризующих его изменение (переходы прямолинейных участков в криволинейные, вершины криволинейных участков), и из всех этих точек на профиле проводят горизонтальные линии до пересечения с вертикальной линией AB , на которой распо-



Фиг. 113. Приспособление для проверки правильности расположения резцов фрезы.

1—фреза; 2—контрольный шаблон.

Соединив их плавной кривой, получают профиль резца. С полученного профиля снимают шаблон, по которому и затачивают все резцы фрезы.

Правильность расположения резцов фрезы контролируется приспособлением, показанным на фиг. 113.

Требования, предъявляемые к фрезам

1. Каждый резец фрезы должен иметь точную величину угла заострения; допускаемое отклонение не должно превышать $\pm 1^\circ$.

2. На режущих кромках резцов не допускается заусенцев, выкрашивающихся мест, засинений и шлифовочных поверхностных трещин.

3. Режущие грани зубьев фрезы должны быть расположены в одной плоскости вращения и расстояния между гранями зубьев должны быть одинаковы.

4. Центровое отверстие фрезы должно быть выполнено по второму классу точности.

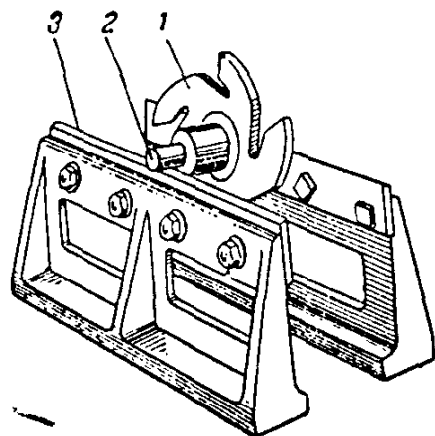
5. Цельные фрезы должны быть изготовлены из инструментальной углеродистой (АУ8—АУ9) или легированной стали с соответствующей закалкой и отпуском.

6. Твердость фрезы должна быть по $R_c = 55—57$.

Никаких трещин, волосовин, раковин и других пороков металла или закалки не допускается.

Перед установкой на шпиндель фрезерного станка фрезы обязательно балансируются. Широко применяется балансировка фрез на шлифованных призматических линейках, установленных на массивных опорах (фиг. 114).

Линейки с опорами устанавливают строго горизонтально на плиту и положение кромки линейки выверяют уровнем.

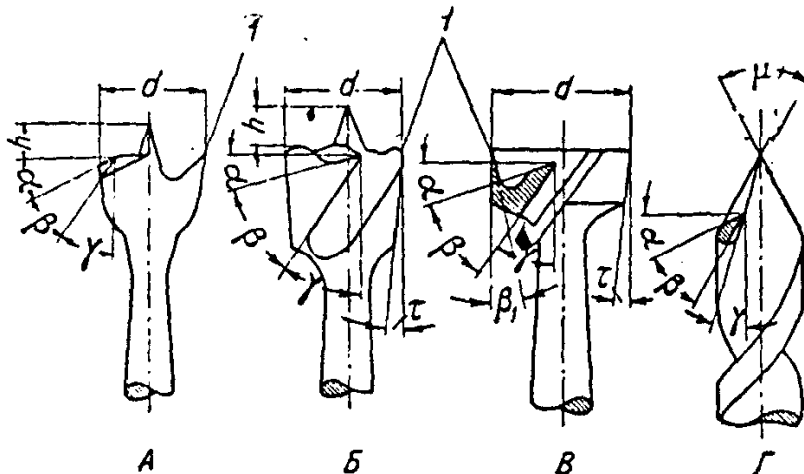


Фиг. 114. Балансировка фрезы.

Фрезу 1, надетую на специальный валик 2, устанавливают на лезвие линейки 3. Ширина лезвий линейки должна быть 0,5—1,0 мм. Правильно отбалансированная фреза остается без движения в любом положении после ее поворота на линейках. При большем весе одной из половинок фрезы в любом положении она будет поворачиваться утяжеленной частью вниз. Величину перевеса определяют наклеиванием на противоположную сторону кусочка пластической массы. Лишнюю часть материала головки стачивают или высверливают против того места, где была наклеена пластическая масса. Уравновесив фрезу в прежнем положении, ставят ее на линейку и повторяют проверку. Если фреза остается без вращения в любом положении, то на этом балансировка кончается.

Сверла

Для сверления древесины применяются следующие сверла (фиг. 115): простые центровые А, станочное центровое сверло Б, сверло Форстнера В, спиральное сверло с конической заточкой Г, сверло-пилка (фиг. 116).



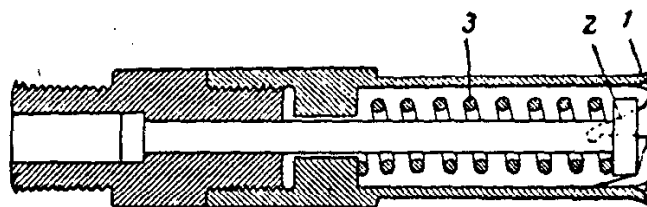
Фиг. 115. Типы сверл.

А—простое центровое сверло; Б—станочное центровое сверло; В—сверло Форстнера; Г—спиральное сверло с конической заточкой; 1—подрезатель.

Простое центровое сверло имеет основной режущий элемент в виде клина, отделяющего стружку, подрезатель, подрезывающий волокна древесины, и центр в виде трехгранной пирамиды, служащий для центрирования сверла. Таким сверлом сверлят лишь неглубокие отверстия вследствие затрудненного выхода стружки.

Станочное центровое сверло имеет два основных лезвия, на периферийной части которых расположены подрезатели. Основные лезвия подрезают древесину по всему дну отверстия и вытесняют стружку из отверстия по двум наклонным прорезам, а боковые подрезатели подрезают волокна древесины по стенкам обрабатываемого отверстия. Центр имеет форму трехгранной пирамиды.

Сверло Форстнера аналогично станочному центровому сверлу, но в

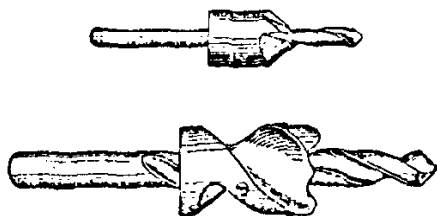


Фиг. 116. Сверло-пилка.

1—зубья сверла; 2—выбрасыватель; 3—пружина.

нем отсутствует выступающий центр и подрезатели расположены по всей боковой кромке сверла.

У обоих описанных сверл боковые кромки заточены под углом τ , что устраняет трение кромок о стенки обрабатываемого отверстия. Оба эти типа сверл применяются также для сверления неглубоких отверстий. Сверла Форстнера дают точные и чистые отверстия; их рекомендуется применять для сверления сборочных отверстий в деталях.



Фиг. 117. Составные сверла.

Глубокие отверстия, а также отверстия в деталях с прокладками из дельта-древесины сверлят спиральными сверлами с конической заточкой. В таких сверлах режущие лезвия расположены по конусу, а стружка при сверлении отводится по спиральным канавкам.

Для сверления в деталях и заготовках отверстий больших диаметров применяются сверла-пилки (см. фиг. 116). Такие сверла не превращают в стружку всю удаляемую из обрабатываемого отверстия древесину, а выпиливают ее, чем снижается затрата мощности на сверление. Вырезанная пробка зубьями сверла 1 выталкивается из полученного отверстия выбрасывателем 2 под действием пружины 3.

При сверлении отверстий под болты и шурупы, головки которых должны быть утоплены, применяются составные сверла, показанные на фиг. 117.

Рекомендуемые значения режущих элементов сверл приведены в табл. 24.

Таблица 24

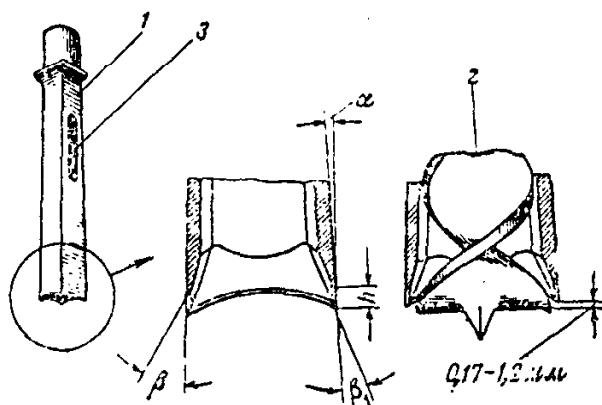
Угловые значения режущих элементов сверл

Типы сверл	Угловые значения в градусах							Высота центра h
	α	β	γ	δ	τ	β_1	μ	
Простое центровое сверло	15—20	25—35	45	45—50	2—4	—	—	0,3 d
Станочное центровое сверло	15—20	30—35	40	50	2—4	—	—	0,2 d
Сверло Форстнера	30	30	30	60	—	15	—	—
Спиральное сверло	15	45	30	—	—	—	60—80	—

Для станочной выборки отверстий в нервюрах под стрингеры квадратного сечения применяют комбинированный инструмент, состоящий из полого квадратного долота и винтового сверла. Квадратное долото 1 (фиг. 118) по нижним своим кромкам имеет заточенные режущие элементы. В средней части в двух противоположных гранях долота сделаны продольные вырезы 3 для удаления стружки, снимаемой сверлом 2. Режущие кромки долота затачиваются по сторонам квадрата под углом $\beta = 30—35^\circ$, а углы долота под углом $\beta_1 = 25—30^\circ$. Каждая кромка между углами затачивается по плавной вогнутой кривой со стрелой прогиба h , равной 0,12 ширины долота, что улучшает резание угловыми кромками. Заточка по ломаной кривой не допускается, так как ведет к поломке граней долота при работе. Для образования заднего угла резания α боковые внешние грани долота имеют внутренний наклон 1° к хвосту.

Винтовое сверло, вставляемое в полость квадратного долота, для обеспечения правильной работы всего инструмента должно выступать своими режущими кромками относительно вершин углов долота на 0,75—1,2 мм. Между внутренней поверхностью долота и боковыми кромками сверла должен быть зазор, обеспечивающий свободное вращение сверла и выбрасывание им стружки.

Комбинированный инструмент работает следующим образом: вращаясь внутри долота, сверло высверливает отверстие, а долото, имея поступательное движение, срезает древесину угловыми резцами и придает полученному отверстию квадратную форму. Необходимо все время поддерживать разницу размеров в установке долота и сверла в пределах 0,75—1,2 мм. Работа неправильно установленным и изношенным сверлом ведет к забиванию стружкой долота и к поломке самого сверла.



Фиг. 118. Комбинированный инструмент для станочной выборки квадратных отверстий.

1—полое квадратное долото; 2—сверло; 3—продольный вырез.

3. ХАРАКТЕРИСТИКА И КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ СТАНКОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ В САМОЛЕТОСТРОЕНИИ

Станки для распиловки древесины

На авиационных заводах распиливают древесину на круглопильных и на ленточнопильных станках.

Круглопильные станки по видам распиловки делятся на три группы: для поперечной распиловки, продольной и смешанной — под углом и вдоль волокон. Подача в этих станках бывает ручная и механизированная.

По конструкции привода эти станки, как и все описываемые ниже деревообделочные станки, делятся на следующие разновидности:

- 1) ременные — с бесконечным ремнем от контрпривода или индивидуального двигателя, установленного вне станка;
- 2) ременно-электрифицированные — с ремненной передачей от индивидуального двигателя, смонтированного на станке;
- 3) электрифицированные — с мотором, эластично сопряженным с пильным валом или пильный вал является продолжением роторной части мотора (встроенный мотор).

На авиационных заводах широко применяются круглопильные маятниковые станки, круглопильные торцовочные станки и круглопильные станки для смешанной распиловки.

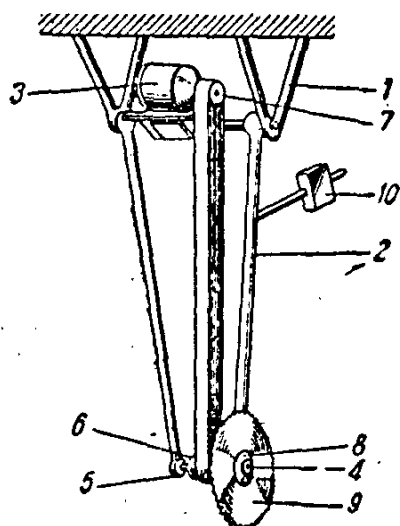
На круглопильных маятниковых станках производится индивидуальный раскрой данного материала поперек волокон.

Маятниковые станки бывают с подвеской к потолку, с креплением к стене или с креплением и к потолку и к стене.

Принципиальная схема маятниковой пилы показана на фиг. 119. К кронштейнам 1, укрепленным бортами в вертикальном положении к потолку или в горизонтальном — к стене, шарнирно присоединена станина 2, на которой смонтированы: в верхней части — электродвигатель 3, а в нижней — пильный вал 4.

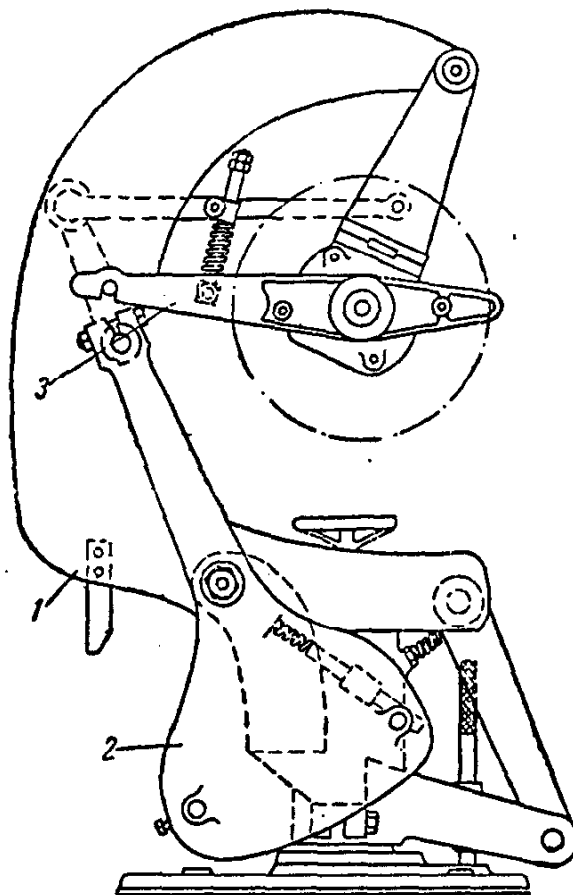
На пильном валу между двумя коренными подшипниками 5 жестко укреплен шкив 6, соединенный бесконечным ремнем со шкивом 7 электродвигателя. В некоторых конструкциях маятниковых пил электродвигателя устанавливаются внизу станины и соединяются непосредственно с пильным валом. На консольном конце вала фланцами 8 укреплен пильный диск 9.

В нерабочем положении пила находится в стороне от распиливаемой доски, что позволяет видеть место распила и точно установить доску по отношению к пиле. При рабочем движении пила перемещается вместе со станиной по дуге окружности, что вызывает необходимость применять увеличенный диаметр пилы. Для уравнивания пилы установлен грузовой компенсатор 10, но, несмотря на это, для переме-



Фиг. 119. Схема маятниковой пилы.

1—кронштейн; 2—станина; 3—электродвигатель; 4—пильный вал; 5—коренные подшипники; 6—шкив; 7—шкив; 8—фланцы; 9—пильный диск; 10—грузовой компенсатор.



Фиг. 120. Шарнирный круглопильный торцовочный станок типа ЦКШ завода «Красный металлист».

1—колонка; 2—балансиры; 3—рычаги.

щения пилы при распиловке требуется значительное усилие, утомляющее рабочего.

Недостатки маятниковой пилы устранены в конструкции круглопильного станка с прямолинейным горизонтальным движением пилы, укрепленной в салазках, которые перемещаются в направляющих на станине или установлены на шарнирном сочленении.

На фиг. 120 изображен шарнирный круглопильный торцовочный станок типа ЦКШ завода «Красный металлист». Станок состоит из колонки 1 и укрепленной на ней подъемной поворотной части, состоящей из системы балансиров 2 и рычагов 3. Система шарнирно связанных рычагов обеспечивает на определенной амплитуде качания прямолинейную траекторию движения пилы. Применение балансиров и шарикоподшипников в шарнирах сводит к минимуму усилие для перемещения пилы в горизонтальном направлении. Пила приводится во вращение от индивидуального электродвигателя.

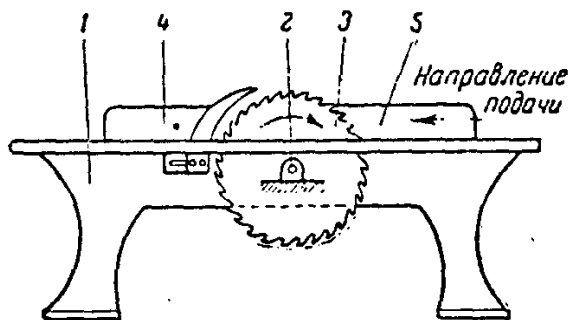
Станок имеет следующую техническую характеристику:

Диаметр пилы	450 мм
Число оборотов пилы	2000 об/мин
Ход пилы	700 мм
Наибольшая высота пропила (при $D = 450$ мм)	100 мм
Электродвигатель: трехфазного тока, 50 пер/сек. 220/380 в	
тип	ДГ-ЗА
мощность	3,0 квт
число оборотов	3000 об/мин
Габариты станка:	
длина	1570 мм
ширина	970 .
высота	1695 .

Круглопильные станки для смешанной распиловки получили самое широкое применение вследствие простоты их конструкции и удобства эксплуатации. Схема конструкции циркульного станка изображена на фиг. 121. На металлической станине 1 смонтированы все рабочие детали: пильный вал 2 с укрепленной на нем дисковой пилой 3, рабочий стол 4 и направляющая линейка 5.

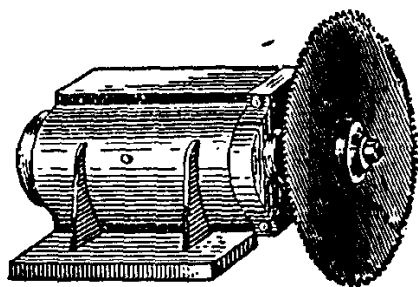
У современных станков станина чугунная цельнолитая пустотелая. Пильный вал установлен в шариковых подшипниках и вращается от электродвигателя, соединенного с валом непосредственно или через привод.

На фиг. 122 изображен электрифицированный пильный вал, являющийся непосредственным продолжением роторной части электродвигателя. Пильные валы с вращением электродвигателя через ременный привод имеют шкив, установленный на валу между подшипниками или консольно (фиг. 123). На другом конце пильного вала между двух фланцев крепится циркульная пила.

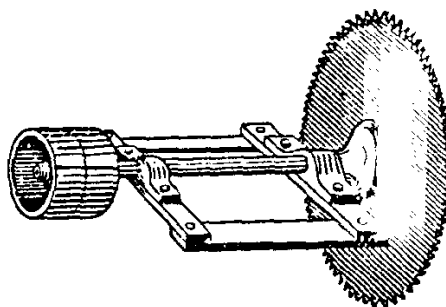


Фиг. 121. Схема циркульного станка.

1—станина; 2—пильный вал; 3—пильный диск;
4—рабочий стол; 5—направляющая линейка.



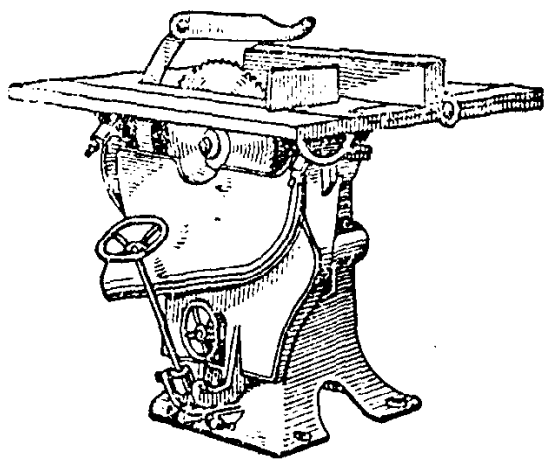
Фиг. 122. Электрифицированный пильный вал.



Фиг. 123. Пильный вал с ременным приводом.

В зависимости от направления распиловки относительно волокон следует устанавливать пилу с соответствующим профилем зуба. На этих станках материал подается на пилу по столу. Место пропила устанавливается по переставной направляющей линейке 5 (см. фиг. 121). Для изменения угла пропила по отношению к опорной по-

верхности (пласти) распиливаемого материала эти станки делаются с наклонным столом относительно неподвижного пильного вала или с наклонным пильным валом при неподвижном столе (последнее исключительно для станков со встроенным электродвигателем). Такие станки очень удобны, на них можно распиливать материал наклонно под различными углами без применения шаблонов и специальных приспособлений, что при массовом изготовлении деталей значительно ускоряет работу.



Фиг. 124. Электрифицированный универсальный круглопильный станок типа Ц-2М.

способлений, что при массовом изготовлении деталей значительно ускоряет работу.

В круглопильных станках подача механизирована и осуществляется при помощи приводных валков (переднего зубчатого и заднего гладкого). Применяется также и гусеничная подача.

На авиационных заводах для столярнозаготовительных работ широко применяется электрифицированный универсальный круглопильный станок типа Ц-2М (фиг. 124). На этом станке можно распиливать материал в продольном направлении по направляющей линейке, с наклоном в продольном направлении, при помощи наклона стола и поперек волокон. При поперечной распиловке устанавливается приставная каретка, укрепляемая сбоку станка. Для торцовки коротких деталей применяется съемная каретка, перемещающаяся в продольном пазу на столе станка.

Станок Ц-2М имеет следующую техническую характеристику:

Наибольший диаметр пильного диска	530 мм
Число оборотов пильного диска	2800 об/мин
Наибольшая ширина распиливаемого материала	400 мм
Наибольшая толщина распиливаемого материала	120 .
Наибольший угол наклона стола	45°
Высота подъема стола	100 мм
Длина стола	1100 .
Ширина стола	750 .

Наладка круглопильных станков. У всех конструкций станков круглые пилы на пильном валу укрепляются между двумя фланцами, размер которых подбирается соответственно наружному диаметру пилы. Размер фланцев определяется по формуле:

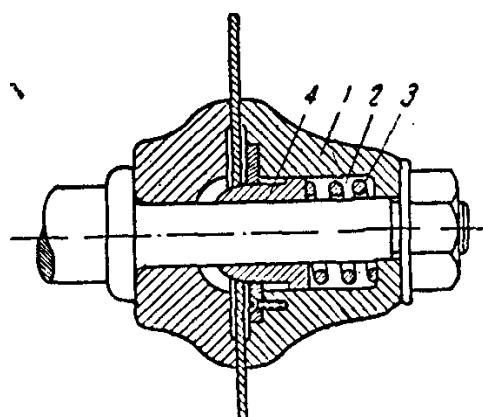
$$d_1 = 5 \sqrt{D},$$

где d_1 — диаметр фланца в мм;
 D — наружный диаметр пилы в мм.

Правильный подбор фланцев обеспечивает нужную жесткость пилы. Для обеспечения точности пропила опорные плоскости фланцев крепления пилы должны быть строго перпендикулярны к оси вращения пильного вала и к рабочей плоскости стола. Для правильного распределения нагрузки на зубья пилы и получения хорошей поверхности распила центр пилы при установке должен совпадать с осью пильного

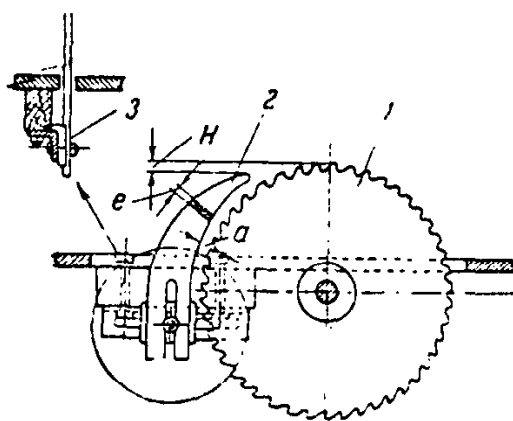
вала. Требуемая точность центровки пилы на валу легко достигается при помощи фланцев, имеющих специальный конус (фиг. 125) для центрирования пилы. Внутри фланца 1 в его направляющем цилиндрическом канале 2 помещен находящийся под действием пружины 3 конус 4, который своей конической частью вжимается в отверстие пилы и центрирует ее. Фланцы должны зажимать пилу не всей своей плоскостью, а только кольцевой периферийной частью шириной 20—30 мм.

Пилы большого диаметра при резании отклоняются от своего нормального положения. Для устранения такого отклонения в круглопильных станках смешанной распиловки на нижней части стола устанавливают дополнительные опоры на полотно диска пилы.



Фиг. 125. Крепление циркулярной пилы на пильном валу.

1—фланец; 2—цилиндрический канал;
3—пружина; 4—конус.



Фиг. 126. Установка расклинивающего ножа на круглопильном станке.

1—пильный диск; 2—расклинивающий нож;
3—крепление расклинивающего ножа к станку.

При распиловке, особенно при продольной распиловке, пилы зажимаются в распиливаемом материале. Для устранения этого явления на круглопильных станках продольной и смешанной распиловки устанавливают расклинивающий нож (фиг. 126) над столом, непосредственно позади пильного диска, в точно определенном положении; размер a должен быть не более 10 мм, $H=15-20$ мм, а толщина ножа e должна быть равна толщине пилы с разводом плюс 0,5 мм.

Размер, на который пильный диск должен выступать над плоскостью стола, зависит от высоты пропила и должен быть больше высоты пропила на 10—15 мм. Такая установка пилы дает более чистый пропил, что объясняется большим числом одновременно участвующих в резании древесины зубьев.

При продольной распиловке направляющая линейка должна быть установлена на столе строго параллельно плоскости пильного диска и под прямым углом к поверхности стола станка.

Ленточнопильные станки. На ленточнопильных станках древесина распиливается ленточными пилами. Ленточнопильные станки делятся на три группы:

1) столярные, применяемые для выпиливания разнообразных, по преимуществу криволинейных, заготовок;

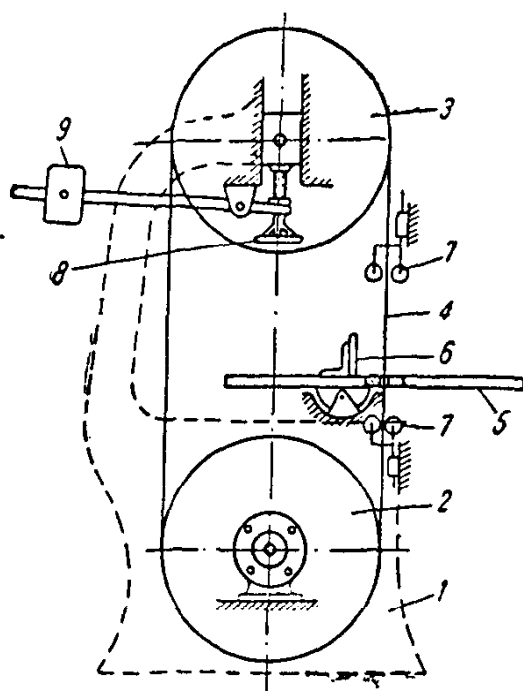
2) лесопильные, служащие для распиловки бревен или брусков на доски;

3) ленточноделительные — для ребровой распиловки досок и брусков.

В самолетостроении применяются столярные ленточные и в меньшей мере ленточноделительные станки. Ленточнопильные станки бывают с ручной и автоматической подачей.

Столярные ленточнопильные станки с ручной подачей. Электрифицированные станки с ручной подачей широко применяются на самолетных заводах вследствие их компактности и удобства эксплуатации.

Принципиальная схема столярного ленточнопильного станка изображена на фиг. 127. На чугуинной литой пустотелой станине 1 установлены два пильных шкива 2 и 3. Ведущий нижний шкив соединен с электродвигателем непосредственно или через ременный привод. При вращении ведомого шкива ленточная пила 4 приводится в движение. Для увеличения силы трения между ободом шкива и пилой, получения бесшумной работы станка и сохранения развода зубьев пилы приклеивают на ободы обоих шкивов кожаные или из прорезиненной ткани бандажи.



Фиг. 127. Схема столярного ленточнопильного станка.

Натяжение пильной ленты регулируется перемещением верхнего шкива маховичком 8 в вертикальных направляющих станины. Вследствие вибрации станка и нагревания ленты при пилении натяжение ее уменьшается. Грузовой компенсатор 9 поддерживает натяжение пильной ленты постоянным.

Для устранения сдвига пилы при подаче материала и удержания ленты пилы в установленном положении над столом на высоте пропила и под столом имеются направляющие роликовые механизмы 7. Верхний направляющий механизм — передвижной и устанавливается в зависимости от высоты пропила. Для прямолинейной распиловки на столе 5 станка устанавливается направляющая линейка 6. Мелкие криволинейные пропилы производят по разметке. Круги, сегменты и различные детали овальной формы выпиливают во вспомогательных приспособлениях.

Столярные ленточнопильные станки с механизированной подачей материала в самолетостроении получили ограниченное применение. Применяемые на самолетных заводах легкие модели таких станков оборудованы съемными или откидными приспособлениями для прямолинейной автоматической подачи; при криволинейной распиловке эти приспособления снимаются.

В самолетостроении широко распространены столярные ленточнопильные станки ЛС-70 (фиг. 128). Нижний ведущий пильный шкив этого станка укреплен непосредственно на валу ротора фланцевого электродвигателя, а верхний ведомый шкив установлен на супорте, имеющем натяжное приспособление для ленточной пилы и регулировочное устройство для наклона шкива вперед. Стол станка состоит из двух половин, одна из которых может быть наклонена под углом 45° для выполнения косого распила. Подача материала ручная.

Станок ЛС-70 имеет следующую техническую характеристику:

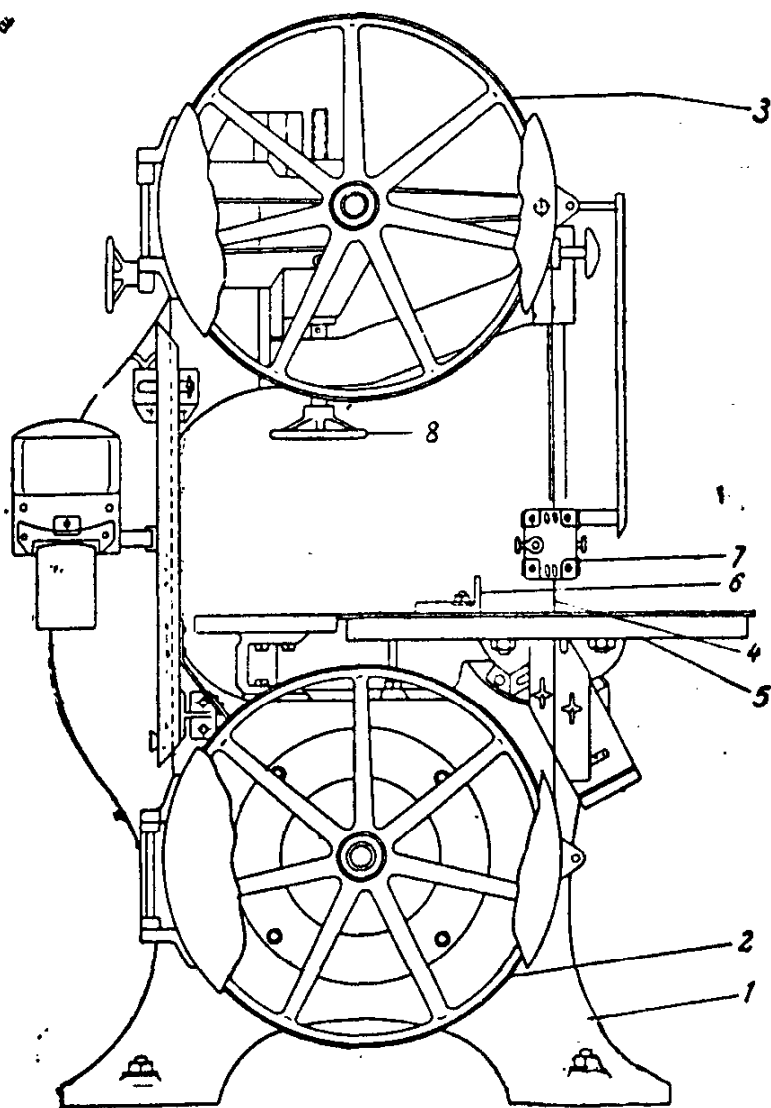
Диаметр пильных шкивов	700 мм
Наибольшая высота пропила	380 .
Наибольшая ширина ленты	30 .
Требуемая длина ленты	4500—4750 мм
Размер поворотного стола	750×750 .

Наибольший угол наклона стола	45°
Диаметр приводного шкива	180 мм
Ширина приводного шкива	100 .
Электродвигатель: трехфазного тока, 50 пер/сек. 220/380 в	
мощность	2 квт
число оборотов	1000 об/мин.

Наладка ленточнопильного станка. Пильные шкивы станка перед установкой на них пилы должны быть проверены и отрегулированы. Обязательно следует проверить при этом биение шкивов, люфт в подшипниках, вертикальность расположения шкивов и их балансировку. При поворачивании шкива рукой не должно быть заметного радиального и аксиального биений, что проверяется установленной неподвижно линейкой у обода вращающегося шкива. При отсутствии биения величина зазора между кромкой линейки и ободом шкива не меняется. При наличии биения регулируют или сменяют подшипники. Люфт в подшипнике определяют, приложив усилие от руки к ободу шкива. При наличии радиального или аксиального перемещения шкива регулируют подшипник.

Правильность установки шкивов в вертикальной плоскости проверяется отвесом. Сначала проверяют ведущий нижний шкив, а затем верхний шкив. Оба шкива устанавливаются точно в одной вертикальной плоскости и балансировка про-

веряется медленным поворачиванием каждого шкива. Правильно отбалансированный шкив не должен произвольно сам поворачиваться при любом положении на валу. Неотбалансированный же шкив из любого положения на валу сам поворачивается утяжеленной частью вниз. Такой шкив уравнивают, наваривая материал на его облегченную часть. Неотбалансированные шкивы и люфт в подшипниках являются причиной вибрации станка во время его работы, слетания пилы со шкивов, обрыва пилы и плохого качества распиловки.



Фиг. 128. Столярный ленточнопильный станок типа ЛС-70.

1—станина; 2—нижний пильный шкив; 3—верхний пильный шкив; 4—пильная лента; 5—наклоняющаяся часть стола; 6—направляющая линейка; 7—направляющий механизм; 8—маховичок.

Для придания пильной ленте жесткости и для нормального движения ее на шкивах натягивают полотно пилы, придавая ему напряжение $50-60 \text{ кг/мм}^2$. Сильное натяжение пилы ведет к быстрому ее износу и является причиной разрыва пилы во время работы, а при слабом натяжении пила будет соскальзывать со шкивов и качество пропилы понизится. Для получения необходимого натяжения ленты к верхнему шкиву должна быть приложена сила Q , вычисленная по формуле:

$$Q = 2\sigma SB + q,$$

где σ — среднее натяжение нормально натянутой пилы в кг/мм^2 ;

S — толщина пилы в мм;

B — ширина пилы до линии впадин между зубьями в мм;

q — вес всей подвижной системы верхнего шкива в кг.

Вес q определяется уравновешиванием верхнего шкива со снятой лентой, грузом на рычаг натяжного приспособления с учетом веса ленты.

Перед установкой на пильные шкивы ленточную пилу тщательно осматривают. Пилы со сломанными зубьями, трещинами, разной толщиной по длине полотна, с заусенцами на режущих кромках и с другими дефектами устанавливать на пильные шкивы категорически воспрещается.

Правильная установка ленточной пилы определяется следующими основными требованиями. Пила должна находиться на ободе шкива точно в том месте, которое предусмотрено формой сечения обода, а именно, зубья должны расположиться над углублением, а полотно — на цилиндрической поверхности обода шкива. Пила не должна изменять своего положения на шкиве во время работы станка и натяжение ленты должно обеспечить устойчивость пилы в боковом направлении. Направляющие пилы должны быть точно пригнаны и отрегулированы.

Во избежание сползания пильной ленты со шкивов от усилия подачи верхний шкив устанавливают с наклоном $10-15'$ вперед (при большем угле наклона получается сильное перенапряжение задней кромки пилы).

При движении ленты не должно наблюдаться смещения ее; обычно смещение возникает из-за местных дефектов в ленточной пиле, а также вследствие неправильной спайки полотна или неравномерной толщины полотен, спаянных в одну пилу.

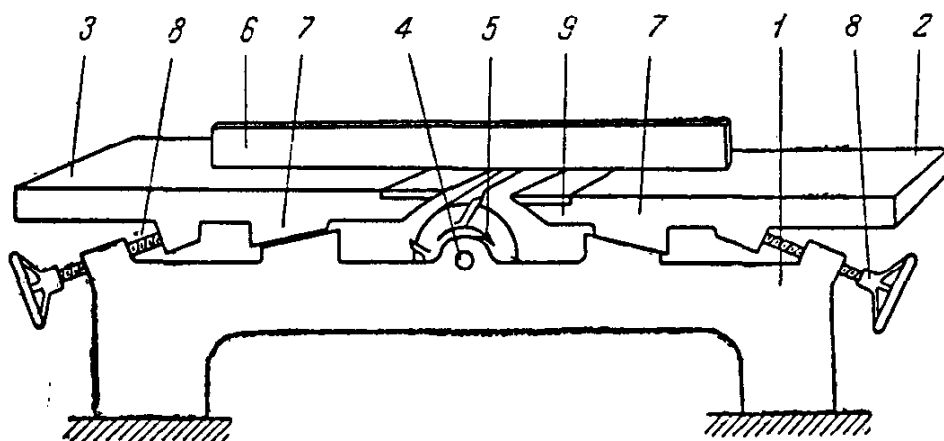
После окончательной установки пилы на шкивах верхний направляющий механизм устанавливают в положение, ближайшее к распиливаемому материалу. Прокладки или ролики направляющего механизма устанавливаются с небольшим зазором между ними и пилой и не должны сильно сжимать полотно, так как трение вызывает нагревание пилы. С таким же зазором должны быть установлены вкладыши в стол станка. Большая и разработанная щель во вкладыше вызывает некачественный пропил (заусенцы и заколы на плоскости материала, прилегающей к столу станка).

Для уменьшения вибрации полотна ленточной пилы, сильно возрастающей при распиловке дельта-древесины, следует установить направляющий механизм на расстоянии $30-60 \text{ мм}$ от плоскости распиливаемого материала. Если конструкция подающих механизмов не допускает их установку на нужной высоте, то следует заменить механизмы.

Правильно налаженный станок при холостом ходе издает ровный невибрирующий жужжащий звук.

Строгальные станки

Строгальные станки относятся к группе продольнообрабатывающих. Режущим инструментом в них служит горизонтально расположенная быстро вращающаяся ножевая головка. Вертикальное расположение ножевой головки применяется только в многосторонних строгальных и калевочных станках, не получивших широкого применения в самолетостроении.



Фиг. 129. Схема фуговального станка.

Существующие строгальные станки рассчитаны исключительно на обработку прямолинейного материала.

Все строгальные станки для прямолинейной строжки делятся на две группы:

1) фуговальные станки, служащие для пригонки обрабатываемого материала точно по плоскости и в угол;

2) рейсмусовочные станки — для строжки материала в размер по толщине. В зависимости от числа одновременно обрабатываемых сторон материала рейсмусовочные станки бывают односторонние и двухсторонние.

В самолетостроении применяются следующие типы строгальных станков:

1) фуговальные, с ручной подачей — легкие и тяжелые;

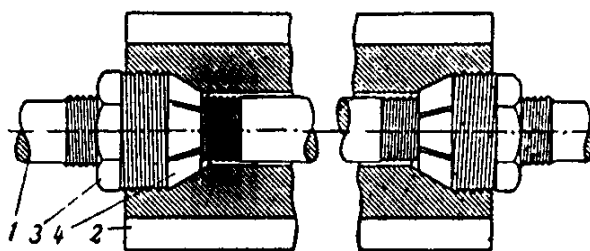
2) фуговальные, с механизированной подачей — роликовые и конвейерные;

3) рейсмусовочные — односторонние и двухсторонние.

Фуговальные станки. Фуговальный станок (фиг. 129) состоит из чугунной станины 1, закрепляемой на бетонном фундаменте; передней 2 и задней 3 плит стола; вверху в средней части станины в шариковых подшипниках установлен ножевой вал 4 с ножевой головкой 5. В некоторых станках вал с ножевой головкой сделан зацело, что крайне неудобно, так как при износе и поломке вала или ножевой головки необходимо менять весь узел.

В современных станках ножевая головка делается съемной и крепится на ножевом валу гайками.

На фиг. 130 показан наиболее распространенный способ крепления ножевой головки на валу коническими гайками. Надетая на вал ножевая головка с обеих сторон крепится гайками 3, которые силой тре-

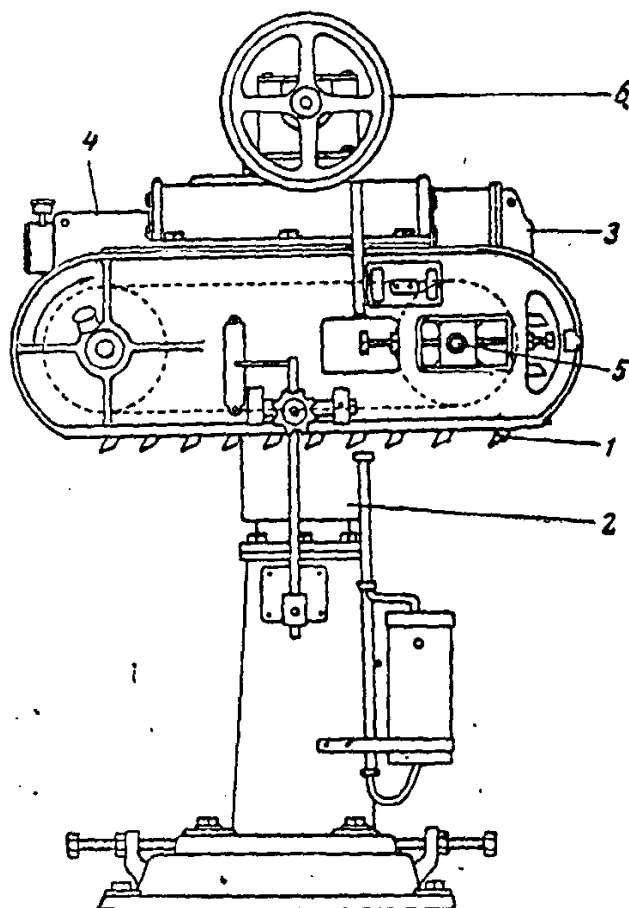


Фиг. 130. Крепление ножевой головки на ножевом валу.

1 — ножевой вал; 2 — ножевая головка; 3 — гайки;
4 — конические плоскости.

ния между коническими плоскостями 4 удерживают головку в установленном положении. Резьба гаек делается обратной направлению вращения вала.

Плиты стола (см. фиг. 129) установлены по обе стороны ножевого вала и опираются на наклонные направляющие 7 станины стаика. Винтами 8 плиты поднимают или опускают параллельно верхним рабочим плоскостям. Плиты стола сделаны цельнолитыми с ребрами жесткости



Фиг. 131. Конвейерное приспособление для авто-
подачи типа СФА-2 завода им. Кагановича.

1—пальцевый конвейер; 2—колонка; 3—электродвигатель
механизма подачи; 4—червячный редуктор привода; 5—ве-
домый вал конвейера с натяжным приспособлением; 6—ме-
ханизм подъема конвейера; 7—пружины.

на нерабочей поверхности стола, что увеличивает жесткость и уменьшает вредное влияние вибрации стаика на обрабатываемую поверхность древесины. На кромках плит, обращенных к ножевому валу, установлены стальные накладки 9 заподлицо с общей рабочей плоскостью плиты. При износе кромок, обращенных к ножевому валу, сильнее подверженных истиранию, накладки заменяют новыми. Эти накладки обеспечивают получение минимального зазора между кромками ножей и плитой, выполняя роль стружколомателя, и делают работу на станке менее опасной.

Над ножевой головкой установлена направляющая линейка 6, укрепленная болтами в прорезях на рабочих плоскостях плит. В зависимости от ширины обрабатываемого материала направляющая линейка перемещается поперек стола.

Для автоматической подачи обрабатываемого материала на специальной,

отдельной от станка колонке монтируется конвейерное устройство. На фиг. 131 показано конвейерное приспособление для автоподачи типа СФА-2 завода им. Кагановича. Это приспособление служит для подачи материала толщиной до 100 мм при строжке его на любом фуганке с шириной строгания до 600 мм. Оно состоит из пальцевого конвейера 1, привода 4 и специальной колонки 2, на которой монтируются все части приспособления. Пальцы сцепляются с обрабатываемой заготовкой и при движении конвейера передвигают ее по столу стаика. Привод конвейера состоит из электродвигателя 3 и червячного редуктора 4. Сцепление пальцев конвейера с заготовкой осуществляется силой пружин. При подаче пальцевым конвейером необходимо создавать сильное давление на подаваемую заготовку. Такая фуговка не устраняет коробления материала, и это является основным недостатком пальцевого конвейера.

Широко применяются фуговальные станки типа СФ-5 завода

Technical drawing of a mechanical device, likely a pump or engine component. The drawing shows a cross-section of the upper part and a side view of the lower part. The upper part is a cylindrical body with a central shaft and a piston-like mechanism. The lower part is a flared base with a large circular opening. Various parts are labeled with numbers 1 through 6. An arrow on the right indicates the 'НАПРАВЛЕНИЕ ПОДАЧИ' (Direction of supply).

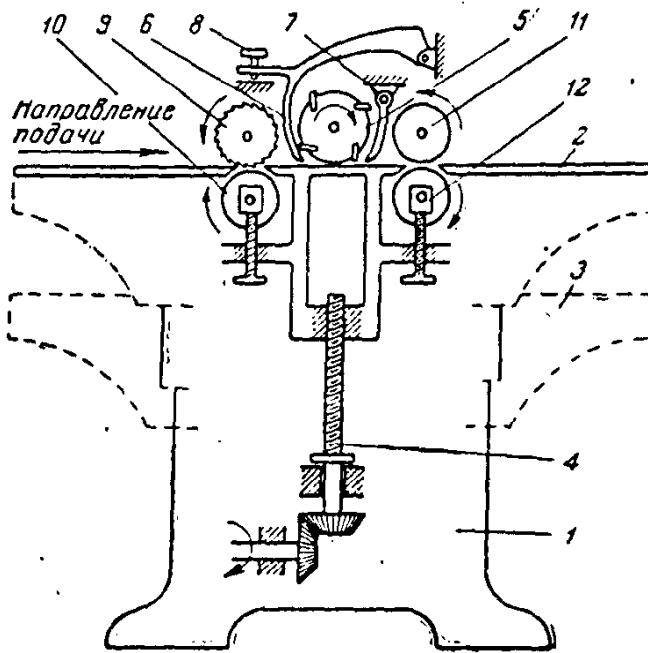
1—станина; 2—передняя плита стола; 3—задняя плита стола; 4—ножевая головка; 5—направляющая линейка; 6—электродвигатель.

Наибольшая ширина строгания	500 мм
Длина стола	2500 "
Число оборотов ножевого вала	3600—4000 об/мин
Размер ножа	500×35×3,5 мм
Диаметр и ширина шкива	120×100 мм
Потребная мощность	2,2 квт
Габариты станка:	
длина	2500 мм
" ширина	920 "
" высота	940 "

Односторонний рейсмусовочный станок (фиг. 133) состоит из станины, стола, пожевой головки и механизма подачи. Станина 1 чугуная, пустотелая, цельнолитая, служит основанием для монтирования на ней всех механизмов и деталей станка.

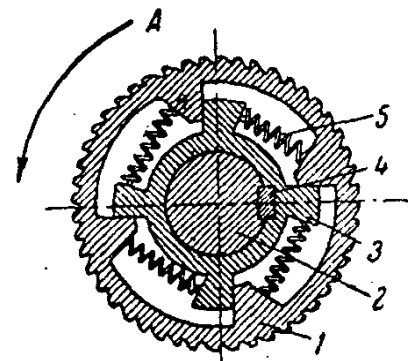
При строгании стол устанавливают подъемным механизмом на нужную высоту в зависимости от толщины обрабатываемого материала. При определении расстояния стола от ножевой головки материал

строгается в размер. На станине укреплен шкала, показывающая это расстояние в любом положении стола. Ножевая головка 5 опирается на шариковые подшипники, смонтированные на станине станка, и остается неподвижной при перемещении стола. Ножевая головка приводится во вращение индивидуальным электродвигателем через ременно-электрифицированный или электрифицированный привод. Для устранения вибрации материала при строжке установлены прижимы — передний 6 и задний 7. Передний прижим одновременно выполняет роль стружколомателя, и его положение по высоте регулируется винтом 8. Подача осуществляется верхними вальцами — передним рифленным 9 и задним гладким 11. Вальцы приводятся во вращение от специального электродвигателя. Верхние вальцы прижимаются действием пружин



Фиг. 133. Схема одностороннего рейсмусовочного станка.

мым 9 и задним гладким 11. Вальцы приводятся во вращение от специального электродвигателя. Верхние вальцы прижимаются действием пружин



Фиг. 134. Секция рифленого валика.

1—секция; 2—вал; 3—крестовина; 4—шпонка; 5—пружины.

пружин на подшипники. Для одновременной строжки материала различной толщины (в определенных пределах) рифленый валик в некоторых конструкциях делается секционным. На фиг. 134 показано сечение одной секции рифленого валика. Крестовина 3 жестко укреплена на валу 2 и при своем вращении, упираясь в выступы секции 1, приводит ее во вращение. Секция при вращении вала 2 может смещаться, чем и достигается возможность одновременной строжки в рейсмусе материала различной толщины. Положение секции относительно вала центрируется четырьмя совершенно одинаковыми пружинами 5. Для уменьшения трения при движении материала по столу в нем вмонтированы два гладких свободно вращающихся в подшипниках валика 10 и 12 (см. фиг. 133). В некоторых станках имеются специальные микрометрические винты для установки нижних вальцев по высот над уровнем стола.

На авиационных заводах также широко распространены односторонние рейсмусовочные станки типа СР-6.2 завода им. Кагановича (фиг. 135). Кинематическая схема этого станка приведена на фиг. 136, техническая характеристика его следующая:

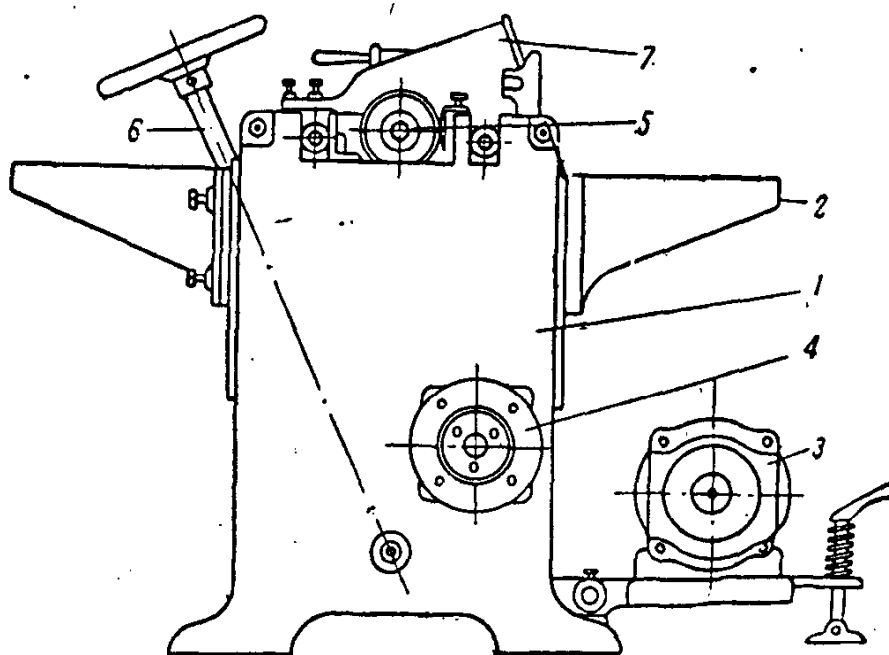
Наибольшая ширина строгания	600 мм
Наибольшая толщина пропускаемых брусков	200 .
Диаметр ножевого вала	125 .
Число оборотов вала	4200 об/мин
Диаметр подающих вальцев	95 мм

Электродвигатели: трехфазного тока, 50 пер/сек. 220/380 в	
Для ножевого вала: типа Н2-30/2, мощность	4,5 квт
число оборотов	3000 об/мин
Для подачи: типа Н2-120/6, мощность	0,8 квт
число оборотов	1000 об/мин
Габариты станка: длина	1535 мм
ширина	1475 .
высота	1100 .

Наладка строгальных станков.

Наладка фуговального станка. В наладку фуговального станка входит:

проверка положения плит стола и ножевой головки,
установка и выверка положения строгальных ножей и
установка направляющей линейки.

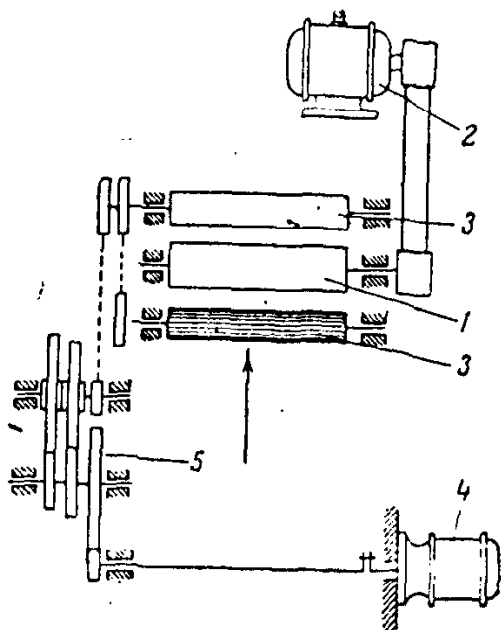


Фиг. 135. Общий вид одностороннего рейсмусовочного станка типа CP-6-2.

1—станина; 2—стол; 3—электродвигатель привода ножевой головки; 4—электродвигатель подачи; 5—ножевая головка; 6—маховичок подъема стола; 7—приемник эксгаузерной установки.

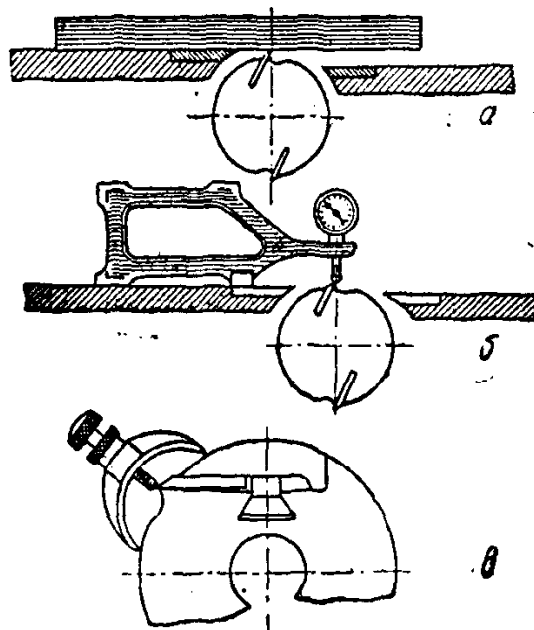
Передняя и задняя плиты стола должны быть расположены строго горизонтально. При перемещении плит рабочие плоскости их должны быть параллельны между собой. Горизонтальность плит проверяется уровнем в продольном и поперечном направлениях. Если плиты стола расположены не горизонтально и при перемещении параллельность их нарушается, то они регулируются при помощи наклонных направляющих. Ножевая головка должна быть отбалансирована и укрепена на валу в подшипниках точно в горизонтальном положении. Ножи, одинаковые по весу и подобранные соответственно ножевой головке, вставляются в ее гнезда так, чтобы лезвие каждого ножа выступало за кромку стружколомателя приблизительно на 1—2 мм, и слегка крепятся крайними болтами, после чего выверяется положение каждого ножа отдельно различными способами. Наиболее простой способ — выверка по деревянной линейке, изготовленной из твердой древесины (фиг. 137, а). Линейку кладут на рабочую плоскость задней плиты, предварительно установленной так, что линейка ограничивает выступ ножа из головки на 1—1,5 мм. Линейку сначала устанавливают к одному краю ножа, поворачивают вручную ножевую головку (при сня-

том ремне) и выправляют положение каждого ножа так, чтобы он слегка задевал линейку. Если нож установлен высоко, то легким ударом деревянной киянки по фаске (а не по лезвию) осаживают его в гнездо ножевой головки, предварительно отпустив установочные винты. При низком положении нож поднимают установочным винтом. Аналогично выверяют противоположный конец ножа, затем нож слегка закрепляют. Описанным приемом выверяется положение всех ножей в ножевой головке.



Фиг. 136. Кинематическая схема одностороннего рейсмусовочного станка типа СР-6-2.

1—ножевая головка; 2—электродвигатель привода ножевой головки; 3—подающие вальцы; 4—электродвигатель подачи; 5—коробка скоростей подачи.



Фиг. 137. Способы выверки положения ножей в ножевых головках.

а—выверка деревянной линейкой; б—стрелочным индикатором; в—выверочным шаблоном.

Точность установки ножей, выверенных линейкой, сравнительно невысока и составляет 0,08—0,15 мм; она зависит от тщательности установки и квалификации установщика.

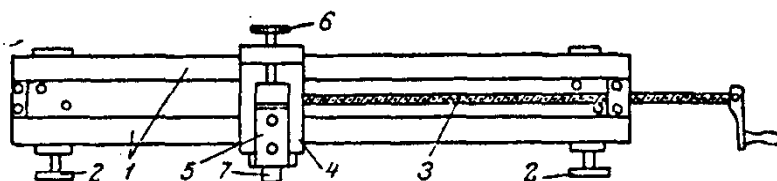
Можно установку произвести, пользуясь приспособлением, состоящим из рамки со стрелочным индикатором (фиг. 137, б); точность установки при этом может быть повышена до 0,04—0,08 мм. Устанавливать ножи по индикатору особенно рекомендуется для строжки дельта-древесины. В круглых ножевых головках со шлифованной наружной поверхностью установка ножей проверяется выверочным шаблоном (фиг. 137, в).

После выверки ножи крепятся в ножевой головке окончательно. Болты следует затягивать от средних к крайним. Окончательно закрепляют ножи в несколько приемов, последовательно натягивая болты каждого ножа. Зажимать ножи следует равномерно, иначе их можно искривить. Каждый нож по всей длине должен плотно прилегать к губке, так как в зазоры между ножом и губкой забиваются стружки и отгибают нож.

После окончательного крепления ножей переднюю плиту стола устанавливают ниже задней на толщину снимаемой стружки, а направляющую линейку устанавливают по угольнику перпендикулярно к рабочей плоскости стола. Первоначально направляющая линейка крепится у края ножа и по мере его затупления передвигается в поперечном

направлении стола. Допускаемая неточность в расположении ножей не должна превышать 0,005—0,012 мм. Такой высокой точности нельзя получить описанными выше способами при установке ножей, поэтому ножи дополнительно фугуют, т. е. выравнивают их лезвия непосредственно на валу строгального станка при вращении ножевой головки с нормальным для нее числом оборотов.

Фугуют ножи специальным приспособлением Джейнтера (фиг. 138). Приспособление состоит из двух направляющих линейек 1 с кронштейнами 2 для крепления на столе станка. По направляющим линейкам ходовым винтом 3 перемещается супорт 4, на котором в державке 5, перемещающейся при помощи винта 6 в вертикальном направлении, закрепляется оселок 7, предназначенный для фуговки ножей. В начале фугования оселок подводится к лезвию наиболее выступающего ножа,



Фиг. 138. Приспособление для фуговки строгальных ножей.

1—направляющие линейки; 2—кронштейны; 3—ходовой винт; 4—супорт; 5—державка; 6—винт
7—оселок.

после чего ножевой вал приводится во вращение. Супорт Джейнтера медленно и плавно перемещается по направляющей линейке вдоль ножевого вала. После первого двойного прохода державки с оселком он перемещается вниз на $\frac{1}{4}$ оборота винта 6 для снятия следующего слоя металла с лезвий ножей. Фугуют ножи до появления на режущих их кромках по всей длине узких, еле заметных блестящих полосок. Ширина полученной в результате фуговки фаски не должна превышать 0,5 мм. При такой фаске повышается стойкость лезвия против выкрашивания.

После фуговки для снятия заусенцев нужно осторожно заправить лезвие оселком по передней грани.

Наладка рейсмусовочного станка. Ножи в ножевой головке рейсмусовочного станка устанавливают и фугуют точно так же, как в фуговальных станках.

В рейсмусовочных станках с механизированной подачей для получения качественной строжки необходимо особо тщательно отрегулировать подающие вальцы. В нижнем крайнем положении кромки рифленого валика должны лежать на 2—3 мм ниже лезвий ножа. В вертикальном направлении рифленый валик должен в момент подачи материала перемещаться не более чем на 3—5 мм.

Нижняя линия заднего верхнего гладкого валика должна быть на 1—1,5 мм ниже лезвий ножа. Нижние гладкие валики должны выступать над рабочей плоскостью стола на 1—1,5 мм.

Все указанные размеры, характеризующие положения подающих валиков относительно лезвий ножевой головки и стола, должны быть выдержаны по всей длине, что проверяется слесарным рейсмусом или контрольной линейкой.

Фрезерные станки

На фрезерных станках обрабатываются криволинейные контуры деталей. На них также можно выполнять разнообразные работы по плоскому и профильному фрезерованию, зарезке всевозможных гнезд и срезыванию фанеры на-ус. При наличии специальных приспособлений

на фрезерном станке можно выполнять цепнодолбежные и копировальные работы.

Универсальность фрезерных станков не используется в полной мере в крупном поточном производстве, но возможность применения однотипных станков на различных участках работы упрощает оборудование производства и позволяет использовать одних и тех же рабочих на выполнении разнообразных операций, что очень ценно в поточной системе. Кроме того, при ремонте специальных станков (копировальных и др.) можно различные работы выполнять на универсальных фрезерных станках.

Фрезерные станки разделяются на одношпиндельные обыкновенные, одношпиндельные с наклоняющимся столом или шпинделем, двухшпиндельные с раздвижными и нераздвижными шпинделями и копировально-фрезерные станки.

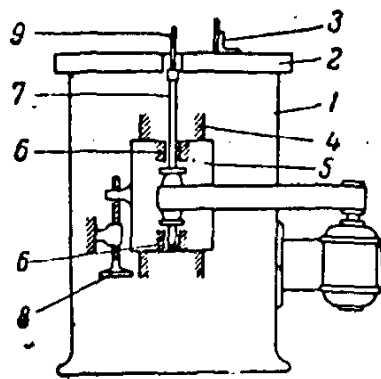
На одношпиндельных обыкновенных станках выполняют как прямолинейное, так и криволинейное фрезерование.

На станках с наклонным столом или шпинделем выполняют обычные фрезерные работы, а также обрабатывают материал под углом без приспособлений, причем станок с наклонным шпинделем более удобен.

На двухшпиндельных станках обрабатывают криволинейные материалы в шаблонах. Оба шпинделя станка вращаются в разные стороны, что позволяет в один прием обрабатывать детали, избегая неблагоприятного случая резания — против наклона волокон (см. фиг. 81) и концевых зацепов при фрезеровании. Необходимость изменять направление вращения инструмента при обработке древесины появляется только при низком числе оборотов шпинделя.

В настоящее время в самолетостроении для обработки деревянных деталей применяются станки с весьма высоким числом оборотов — до 25 000 об/мин. К таким станкам относятся копировально-фрезерные станки. На этих станках материалы обрабатываются в специальных шаблонах.

Схема обыкновенного фрезерного одношпиндельного станка изображена на фиг. 139. Станина 1 чугунная, пустотелая. Стол 2 из чугуна, цельнолитой, массивный, крепится к станине жестко болтами или шарнирно для возможности наклонять или поднимать его при выполнении различных работ. На рабочей плоскости стола имеются Т-образные или трапецевидного сечения пазы, которые служат направляющими для кареток и крепления приспособлений. Пазы имеют прямолинейное взаимно перпендикулярное или кольцеобразное концентрично шпинделю положение. Последнее особенно удобно, так



Фиг. 139. Схема фрезерного одношпиндельного станка.

1—станина; 2—стол; 3—направляющая линейка; 4—направляющие; 5—суппорт; 6—подшипники; 7—рабочий вал станка; 8—маховик; 9—съемный шпиндель.

как позволяет крепить приспособления на столе в любом направлении относительно шпинделя станка. Направляющая линейка 3 устанавливается в пазах станка и используется при прямолинейном фрезеровании деталей. В центре стола имеется отверстие для шпинделя и крепления на нем фрезерного инструмента. Непосредственно на станине устанавливаются вертикальные направляющие 4, на которых имеется суппорт 5, представляющий собой литую раму с укрепленными на ней двумя подшипниками 6. В подшипниках вращается вертикально рас-

положенный рабочий вал 7 станка. По направляющим станины супорт вместе с валом перемещается вверх и вниз при помощи винта с маховичком 8. Вертикальное перемещение супорта составляет 80—100 мм. В верхней части рабочего вала устанавливается съемный шпиндель 9.

Крепление шпинделей с рабочим валом (фиг. 140) может быть клиновое, простой затяжной гайкой, или дифференциальной гайкой. Клиновое крепление нежелательно в станках, на которых обрабатывается окончательный контур самолетных деталей, так как клин эксцентричным расположением нарушает балансировку вала, удары молотка при заколачивании клина нарушают центровку шпинделя коническими плоскостями относительно оси рабочего вала, при заколачивании клина удары молотка передаются валом шариковым подшипникам, что приводит к быстрому износу их.

Крепление шпинделя простой и дифференциальной гайками более совершенно, так как обеспечивает требуемую центровку и жесткость соединения.

Рабочий вал фрезерного станка вращается от индивидуального электродвигателя через ременный, зубчатый и электрифицированный привод.

При ременном приводе (см. фиг. 139) на рабочий вал устанавливается приводной шкив, который крепится на валу между подшипниками или консолью. Консольное крепление шкива позволяет применять хлопчатобумажные цельнотканые ремни. При существующих больших скоростях резания, когда скорость движения ремня достигает 50 м/сек, применение тонких (2—2,5 мм толщины) цельнотканых бесконечных ремней необходимо.

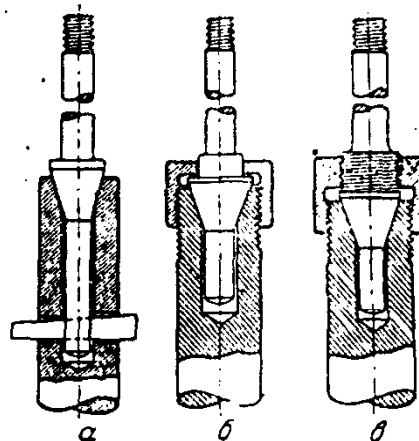
Зубчатая передача из-за сложности изготовления зубчатого редуктора к быстроходным станкам получила очень ограниченное распространение.

Большинство современных фрезерных станков имеет встроенные электродвигатели, обеспечивающие легкое управление станком и быстрое изменение числа оборотов шпинделя.

В самолетостроении широко распространены фрезерные станки типа Ф-2 и ФН-2 завода им. Кагановича. Разница между этими станками — в креплении столов: у станка Ф-2 стол неподвижный, у ФН-2 наклонный.

На фиг. 141 изображен фрезерный станок типа ФН-2. Он имеет следующую техническую характеристику:

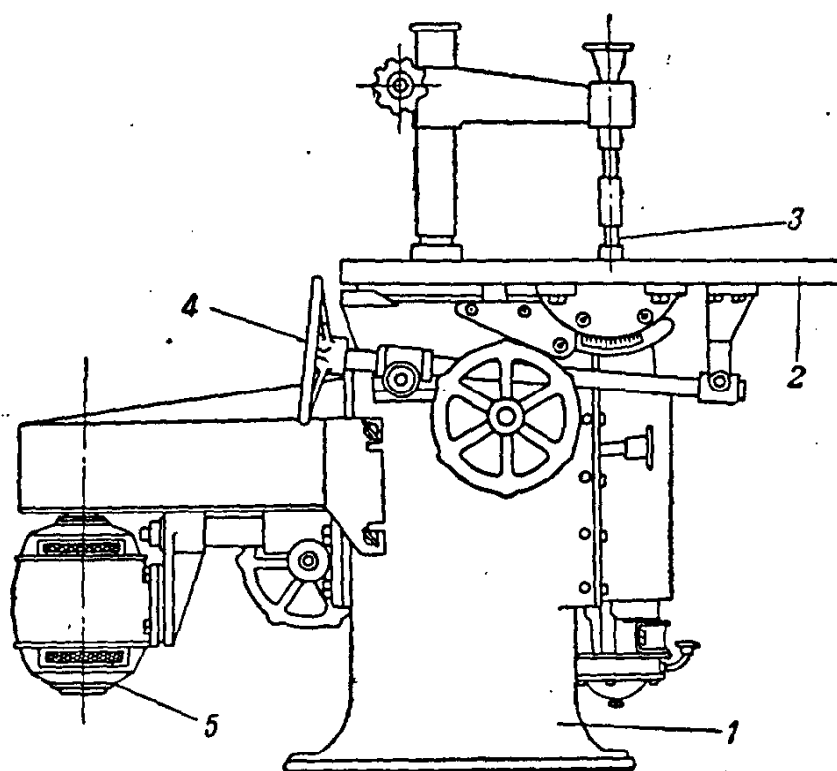
Размер стола	900×1000 мм
Наибольший наклон стола	30°
Диаметр рабочего шпинделя	30 мм
Число оборотов шпинделя:	
для больших фрезерных головок	2900 об/мин.
• средних	4000 .
• малых	5000 .
Наибольшее вертикальное перемещение супорта	100 мм
Диаметр шкива рабочего шпинделя	112 .



Фиг. 140. Способы крепления шпинделей на рабочем валу фрезерного станка.

а—клиновое крепление; б—простой затяжной гайкой; в—дифференциальной гайкой.

Диаметр сменных шкивов электродвигателя:	
для больших фрезерных головок	200 мм
• средних	150
• малых	115
Требуемая ширина ремня	75
• длина	2000
Электродвигатель: трехфазного тока 50 пер/сек., 220/380 в	
тип	И2-30/2
мощность	4,5 кВт
число оборотов	3000 об/мин.
Пусковой аппарат	ЗТ-1
Габариты станка: длина	
ширина	1540 мм
высота	1000
	1345



Фиг. 141. Фрезерный станок типа ФН-2 завода им. Кагановича.

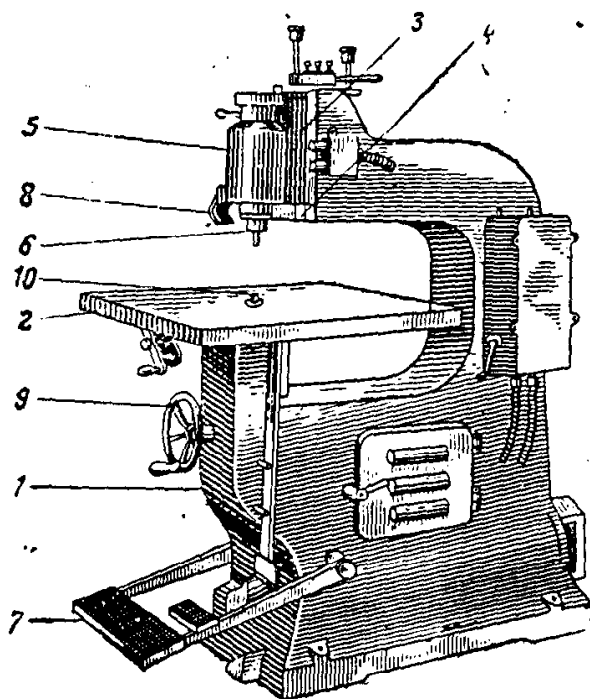
1—станина; 2—стол; 3—шпиндель; 4—маховичок для наклона стола; 5—электродвигатель.

Копировально-фрезерные станки. Внутренние контуры таких деталей, как нервюры, шпангоуты и т. п., целесообразно обрабатывать на копировально-фрезерном станке с высоким числом оборотов, которые позволяют сразу получить весьма чистую поверхность.

На фиг. 142 показан копировально-фрезерный станок английской фирмы Вадкин. Стол станка маховичком можно передвигать вверх и вниз и устанавливать на нужную высоту в зависимости от глубины фрезерования. В центре стола, точно под режущим инструментом, укреплен упорный штифт, назначение которого такое же, как и упорного кольца в обычном фрезерном станке: он создает упор специальному приспособлению при обработке внутренних контуров. Станок имеет кнопочное управление.

Техническая характеристика станка Вадкин следующая:

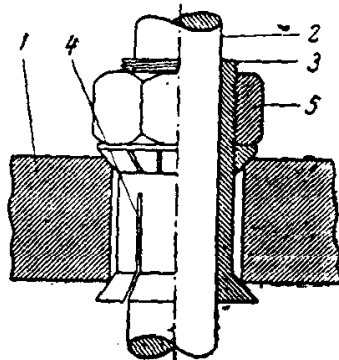
Размер стола	750×750 мм
Вертикальное перемещение стола	225 мм
Вылет шпинделя	600 .
Вертикальное перемещение шпинделя	100 .
Мощность мотора	1,5—2 квт
Число оборотов шпинделя	18 000—24 000 об/мин.



Фиг. 142. Копировально-фрезерный станок фирмы Вадкин.

1—станина; 2—стол; 3—супорт; 4—электродвигатель; 5—направляющие; 6—патрон; 7—педаль для перемещения супорта; 8—шланг; 9—маховичок; 10—штнфт.

Наладка фрезерных станков. Стол фрезерного станка проверяется уровнем. Поверхность стола должна быть строго горизонтальной. Шпиндель подбирают в зависимости от конструкции и размеров устанавливаемого инструмента



Фиг. 143. Конусная втулка для крепления инструмента на шпинделе фрезерного станка.

1—режущий инструмент; 2—шпиндель станка; 3—конусная втулка; 4—разрезы втулки; 5—гайка.

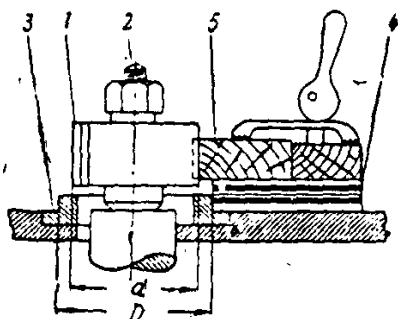
и крепят его в конусном отверстии вала. Слегка затянув шпиндель гайкой, проверяют биение, ставя индикатор на рабочую плоскость стола и подводя острие его к шпинделю. Проворачивая рукой шпиндель, наблюдают за изменением величины зазора. Биение шпинделя не должно превышать 0,02—0,05 мм (такая величина определяется только стрелочным индикатором). Отрегулировав положение шпинделя, его окончательно затягивают гайкой или клином. Ударять молотком по клину нужно легко, чтобы не повредить шариковые подшипники рабочего вала. После окончательной затяжки еще раз проверяют биение шпинделя.

На шпиндель устанавливают только отбалансированный режущий инструмент. Крепежное отверстие в инструменте должно точно соответствовать диаметру шпинделя. В том случае, если крепежное отверстие в инструменте больше диаметра шпинделя, крепить инструмент надо центрирующей втулкой (фиг. 143).

Положение инструмента регулируют индикатором. При наличии профилированных ножей фрезы положение лезвий проверяют профилированным установочным брусом. Для этого к лезвиям окончательно укрепленной на шпинделе фрезы подводят установочный брусок; при вращении фрезы каждое лезвие всеми своими точками должно касаться профиля установочного бруска. Режущий инструмент на

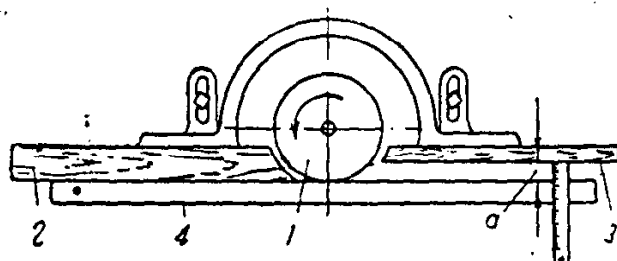
шпинделю следует устанавливать возможно ниже, насколько это позволяет конструкция станка и фрезеруемая деталь. При такой установке точность обработки повышается.

При установке упорного кольца (фиг. 144) для фрезерования в шаблонах высота кольца должна быть меньше высоты опорной кромки



Фиг. 144. Установка упорного кольца на фрезерный станок.

1—режущий инструмент; 2—шпиндель; 3—упорное кольцо; 4—фрезерочный шаблон; 5—обрабатываемая деталь.

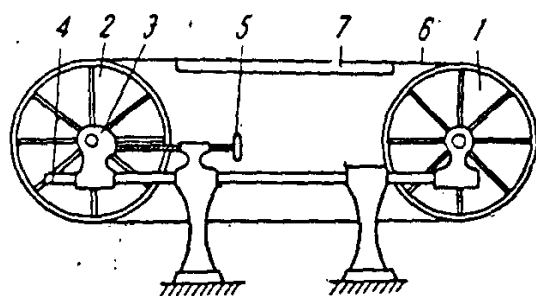


Фиг. 145. Установка направляющей линейки на фрезерный станок.

1—режущий инструмент; 2—задняя направляющая линейка; 3—передняя направляющая линейка; 4—контрольный брусок.

шаблона, диаметр D упорного кольца — больше диаметра d фрезы на 5—10 мм, а нижний край резцов фрезы должен быть ниже поверхности шаблона.

При фрезеровании деталей по направляющей линейке, в зависимости от конструкции фрезы, линейка может быть цельной или составной из двух частей. При обработке деталей прорезной фрезой или при фрезеровании поверхности детали не по всей высоте устанавливается цельная направляющая линейка с прорезью в месте выхода режущего инструмента. Зубья фрезы при этом должны выходить за рабочую плоскость линейки на величину, равную глубине фрезерования. Для фрезерования по всей высоте устанавливается направляющая линейка (фиг. 145), состоящая из двух частей, опорные плоскости которых должны быть прямолинейны и параллельны между собой; задняя линейка 2 должна выступать над плоскостью передней линейки 3 на величину, равную глубине фрезерования. Установка линейки проверяется



Фиг. 146. Схема шлифовально-ленточного станка.

1—ведущий шкив; 2—ведомый шкив; 3—передвижные подшипники; 4—направляющие; 5—натяжной винт; 6—рабочая ветвь; 7—опорная площадка.

главным образом с выступающих мест поверхности. Шлифовальные станки делятся на шлифовально-ленточные, шлифовально-дисковые и шлифовально-баранные.

На фиг. 146 показана схема шлифовально-ленточного станка. Ведущий шкив 1 соединен непосредственно с электродвигателем, он при-

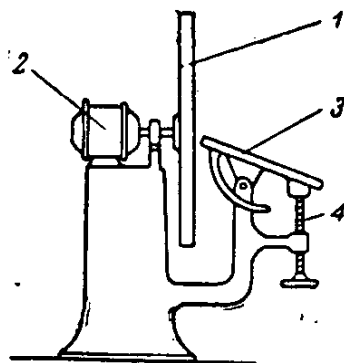
ся контрольным бруском 4 и замером. Зазор a должен быть постоянным по всей длине передней линейки и равным глубине фрезерования. Направляющая линейка к плоскости стола устанавливается точно под прямым углом.

Шлифовальные станки

На шлифовальных станках окончательно зачищаются поверхности деталей и заготовок. При этом снимается лишь незначительный слой материала,

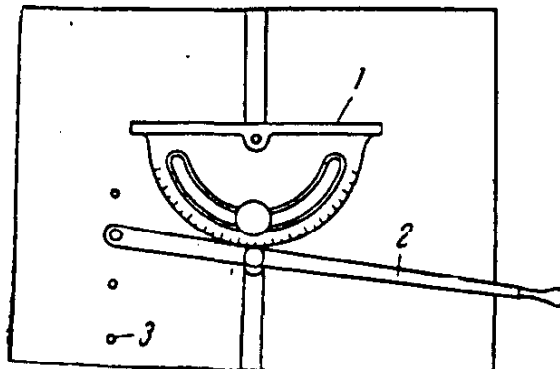
водит в движение натянутую на шкивы ленту. Ведомый шкив 2 установлен в передвижных подшипниках 3 и для натяжения шлифовальной ленты может перемещаться в направляющих 4 и натяжным винтом 5. С нижней стороны рабочая ветвь 6 ленты опирается на площадку 7, назначение которой — устранять прогиб ленты при давлении на нее шлифуемой детали. На шлифовально-ленточных станках обрабатываются детали среднего размера (обшивка нервюр, шпангоуты).

Мелкие детали и кромки средних деталей удобно обрабатывать на шлифовально-дисковых станках. Диск 1 такого станка (фиг. 147) с укрепленной на нем шлифовальной шкуркой приводится во вращение от встроенного электродвигателя. Шарнирно укрепленный стол 3 мо-



Фиг. 147. Схема шлифовально-дискового станка.

1—диск; 2—электродвигатель;
3—стол; 4—установочный винт
для подачи деталей.



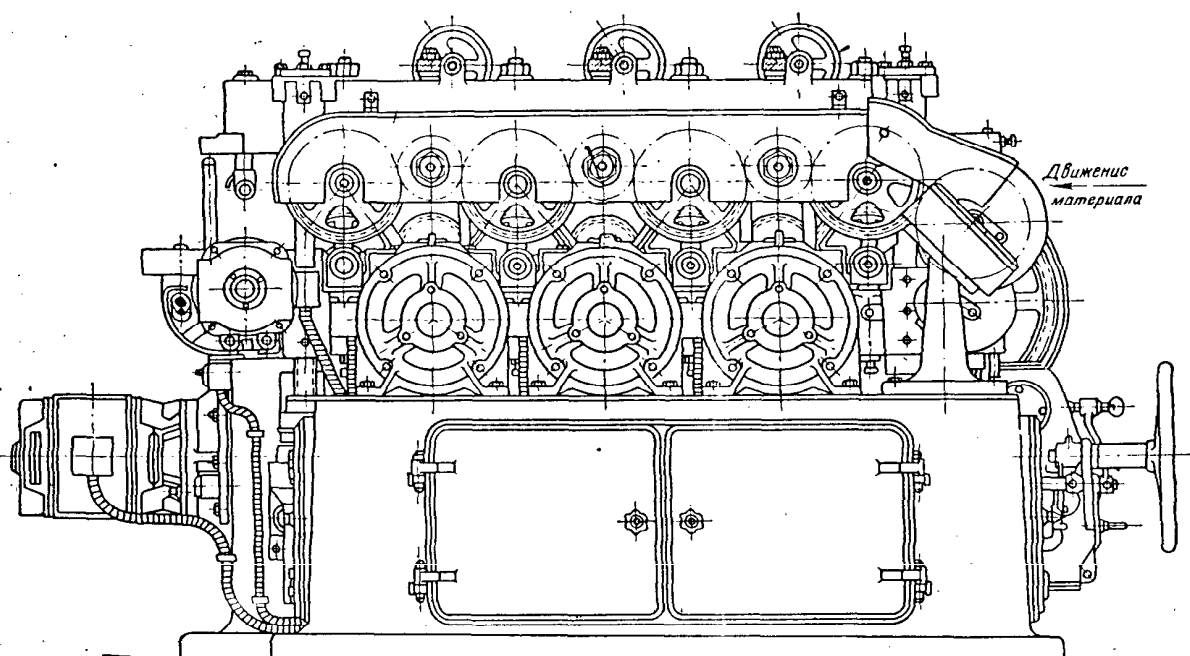
Фиг. 148. Поворотный сегмент для шлифования деталей на шлифовально-дисковом станке.

1—поворотный сегмент; 2—рычаг; 3—отверстия в
стole для изменения положения рычага.

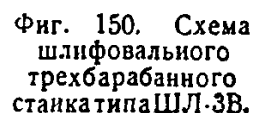
жет быть установлен винтом 4 под любым углом в пределах 45° . Деталь подводится к шлифовальному диску по столу под любым углом, для чего на плоскости стола устанавливают поворотный сегмент 1 (фиг. 148), перемещающийся рычагом 2. На таком станке деталь обрабатывается под точно заданными углами как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях, что важно для получения взаимозаменяемых деталей. Кроме того, шлифовальный диск, имея в различных точках по радиусу различную окружную скорость, дает возможность выбрать на диске место, дающее более высокое качество обработки.

Для шлифовки по плоскости щитков большого размера, брусков и фанеры применяются шлифовально-барабанные станки.

На фиг. 149 изображен такой станок типа ШЛ-3В завода «Пролетарская свобода». Он имеет три цилиндрических барабана (фиг. 150), на которых укреплены шлифовальная шкурка. Каждый барабан вращается от электродвигателя 2 через эластичную муфту 3. Для уменьшения следов от шлифовки барабаны имеют осциллирующее движение (осевое качение) от механизма 4. Специальным механизмом можно регулировать положение их по вертикали. Четыре пары (нижних и верхних) гладких валцов 5 подают материал. Вальцовый механизм подачи особенно пригоден для шлифовки фанеры. Материал прижимается четырьмя свободно вращающимися роликами 6, расположенными над шлифовальными барабанами. Вся верхняя часть станка (подающие валцы и прижимные ролики) подъемная и перемещается на толщину обрабатываемого материала от специального электродвигателя 7. Подача осуществляется двухскоростным электродвигателем 8 через двухскоростную коробку 9 с зубчатой передачей и передвижным блоком шестерен. Управление станком кнопочное.



Фиг. 149. Шлифовальный трехбарабанный станок типа ШЛ-3В.



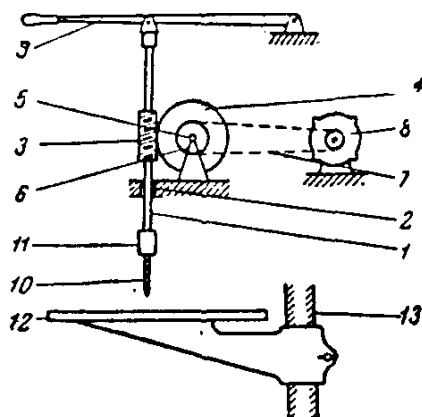
Техническая характеристика станка следующая:

Сверлильные станки

9-1137

предмету, кроме вертикального перемещения, сообщают поперечное движение.

Применяя специальный комбинированный инструмент, на сверлильных станках можно получить отверстия квадратной формы.



Фиг. 151. Схема одношпиндельного вертикально-сверлильного станка с ручной подачей.

1—шпиндель; 2—шариковые упорные подшипники; 3—червяк; 4—червячная шестерня; 5—вал; 6—звездочка; 7—бесконечная цепь; 8—электродвигатель; 9—рычаг подачи инструмента; 10—режущий инструмент; 11—патрон; 12—стол; 13—стойка станка.

В самолетостроении широко применяются сверлильные станки с вертикальным расположением шпинделей и ручной подачей (фиг. 151). У такого станка шпиндель 1 установлен в двух шариковых упорных подшипниках 2, между которыми на шпинделе укреплен червяк 3, сцепленный с червячной шестерней 4. На одном валу 5 с червячной шестерней укреплена звездочка 6, соединенная бесконечной цепью 7 со звездочкой электродвигателя 8. Шпиндель при сверлении подается рычагом 9, шарнирно укрепленным на станине и опирающимся через опорный шариковый подшипник на верхний конец шпинделя. Режущий инструмент 10 укрепляется в патроне 11. Стол 12 в зависимости от толщины обрабатываемого материала и длины сверла может перемещаться по высоте на стойке 13 станка.

Техническая характеристика вертикального трехшпиндельного сверлильного станка типа СВЗ завода им. Кагановича следующая:

Количество шпинделей	3 шт.
Наибольший диаметр сверления	50 мм
Наибольшая глубина	100
Потребная мощность	1,1—3 квт

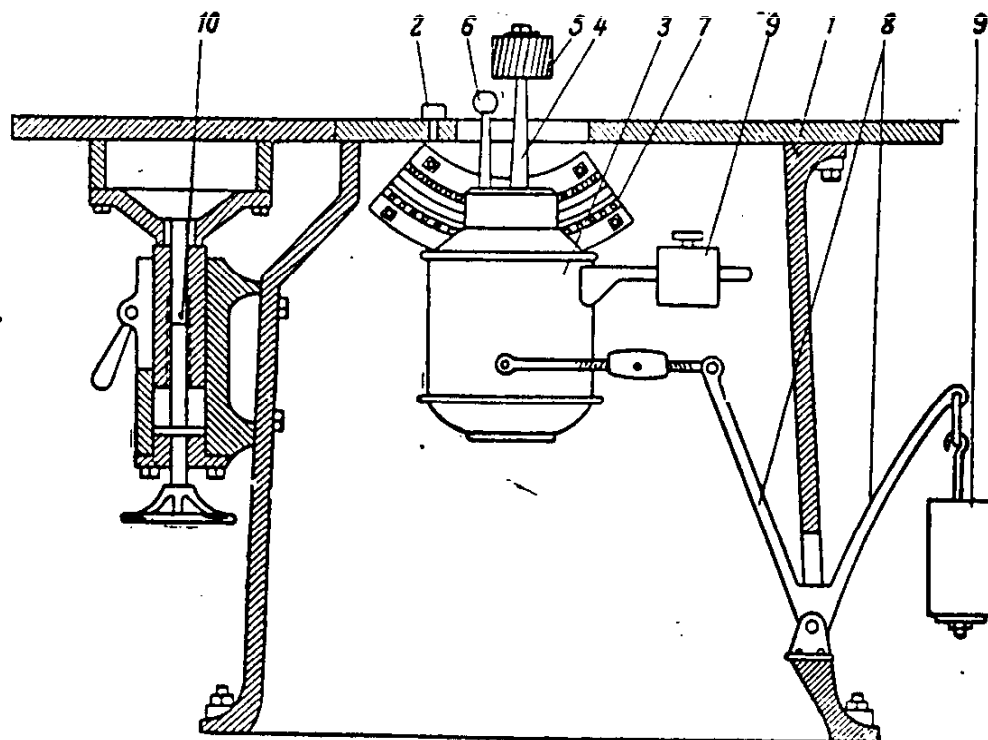
Копировально-фрезерный станок для снятия переменной малки

До сих пор переменную малку у самолетных деревянных деталей снимают вручную или в приспособлениях на обыкновенных деревообрабатывающих станках. Между тем ручная малковка требует больших затрат и высококвалифицированного труда; приспособления для малковки несовершенны и часто не обеспечивают требуемой точности. Все это настоятельно требует механизировать малковку. Но до сего времени снятие переменной малки не механизировано, хотя за последнее время сконструирован копировально-фрезерный станок (фиг. 152), предназначенный для снятия постоянной и переменной малки на прямолинейных и криволинейных деталях.

Принципиальная схема этого станка изображена на фиг. 153. Шпиндель служит продолжением роторной части электродвигателя и вместе с последним может наклоняться в вертикальной плоскости на угол до 20° от вертикального положения.

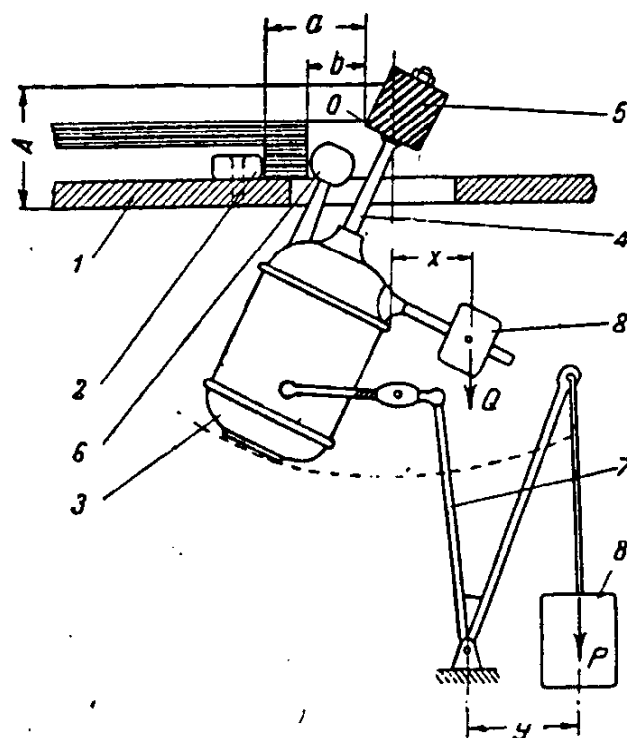
Электродвигатель наклоняется так, что центр вращения его располагается в верхней точке O лезвий режущего инструмента. На кожухе электродвигателя жестко укреплен копировальный ролик 6, опирающийся на рабочий контур копира.

Постоянство силы давления ролика на рабочий контур копира основано на равенстве моментов $Q \cdot x$ и $P \cdot y$, действующих на подвижную систему, что достигается при наладке станка изменением величины и положения грузов, из которых одни непосредственно укреплены на элек-



Фиг. 152. Копировально-фрезерный станок для снятия переменной малки.

1—стол; 2—роликовый упор; 3—электродвигатель; 4—шпиндель; 5—режущий инструмент; 6—копировальный ролик; 7—секторный шариковый подшипник; 8—груз; 9—система рычагов; 10—механизм подъема стола.



Фиг. 153. Схема копировально-фрезерного станка для снятия переменной малки.

1—стол; 2—роликовый упор; 3—электродвигатель; 4—шпиндель; 5—режущий инструмент; 6—копировальный ролик; 7—система рычагов; 8—груз.

тродвигателе, а второй связан с ним через систему шарнирно соединенных рычагов. Изделие для малковки укрепляется на копира, внутренний контур которого представляет собой контур обрабатываемого изделия, уменьшенного на величину a . Во время работы копир внутренним контуром все время опирается на роликовый упор, неподвижно укрепленный на столе станка, и перемещается по нему.

Наружный рабочий контур копира представляет собой кривую, повторяющую контур обрабатываемого изделия, уменьшенный на величину b . Эта кривая имеет отклонения от заданной в виде впадин и выступов, плавно переходящих друг в друга и рассчитанных на определенное отклонение шпинделя в зависимости от величины снимаемой малки. Копиры делаются целиком из дельта-древесины или дерева с металлической окантовкой внутреннего и наружного контуров.

Расстояние от поверхности стола до центра вращения O системы при жестко укрепленном столе является величиной постоянной, поэтому толщина шаблона должна быть равна этой величине минус толщина обрабатываемого изделия. Для обработки изделий равной толщины, при неизменной толщине копиров, передняя часть стола станка делается подъемной. Механизм подъема стола показан на фиг. 152.

4. РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ НА ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ СТАНКАХ

Режимы резания определяют два основных фактора, влияющих на производительность станков: скорость резания и скорость подачи. Ниже приводятся режимы резания для основных деревообрабатывающих станков, применяемых в самолетостроении.

Круглопильные станки

Круглопильные станки для смешанной распиловки

Для древесины: скорость резания	$v=60-80$ м/сек	} При поперечном резании
скорость подачи	$u=5-10$ м/мин	
скорость резания	$v=60-80$ м/сек	} При продольном резании
скорость подачи	$u=2,5-20$ м/мин	
Для дельта-древесины: скорость резания	$v=25-45$ м/сек	
скорость подачи	$u=1,4$ м/мин	

Число оборотов пильного вала при распиловке Дельта-древесины рекомендуется выдерживать в пределах $n=2000-3000$ об/мин.

Маятниковые пилы

Для древесины: скорость резания	$v=40-60$ м/сек
скорость подачи	$u=1-10$ м/мин

Столярные ленточные станки

Для древесины: скорость резания	$v=25-40$ м/сек
скорость подачи	$u=2-25$ м/мин
Для дельта-древесины: скорость резания	$v=15-25$ м/сек
скорость подачи	
при высоте пропила до 20 мм . . .	$u=4-8$ м/мин
при высоте пропила свыше 20 мм .	$u=1-4$ м/мин

При распиловке твердой и мягкой древесины при значительной высоте пропила, а также при выпилке криволинейных деталей на ленточных станках рекомендуется придерживаться нижнего предела скорости подачи. На круглопильных и ленточнопильных станках с ручной

подачей не рекомендуется давать в начале реза большую подачу. Увеличивать подачу следует плавно, без рывков и не превышать указанных максимальных пределов.

Фуговочные станки

Для древесных: скорость резания $v=26-33$ м/сек,
 скорость подачи. $n=4-16$ м/мин

Для дельта-древесины: скорость резания $v=20-26$ м/сек
 скорость подачи $u=12-13$ м/мин

При обработке дельта-древесины для увеличения стойкости резцов рекомендуется применять максимальную скорость подачи, которую может обеспечить рабочий своим усилием. Скорость резания при строжке дельта-древесины не следует увеличивать выше максимального предела, так как это вызывает быстрое затупление резцов.

Для устранения отбрасывания материала для затупления резцов рекомендуется применять прижимы. Давление прижима на обрабатываемую деталь не должно превышать 6—8 кг, что достигается применением противовеса или навешиванием прижима на пружинах. С применением таких прижимов число оборотов может быть снижено до 2500—3000 об/мин.

Рекомендуемое число оборотов игожных валов на фуговочных станках:

при строжке древесины $n=4000-5000$ об/мин.,

при строжке дельта-древесины $n=2500-3000$ об/мин.

Для улучшения качества обработки и увеличения срока работы режущего инструмента до затупления следует фуговать узкие заготовки из дельта-древеси́ны на одном участке ножа. После затупления части режущих кромок ножей направляющую линейку передвигают и фуговку продолжают на остром участке ножей.

Рейсмусовочные станки

Для древесины: скорость резания $v=26-33$ м/сек
 скорость подачи $u=4-16$ м/мин

Для дельта-древесины: скорость резания $v=20-26$ м/сек
 скорость подачи $u=12-13,5$ м/мин

Для увеличения стойкости инструмента при обработке дельта-древесины рекомендуется в соответствии с мощностью мотора применять наибольшие скорости подачи, допускаемые конструкцией стаика. При строжке каркасов нервюр, шпангоутов и других склеенных деталей необходимо применять малые скорости подачи.

Рекомендуемое число оборотов для ножевых валов рейсмусовочных станков следующее:

при строжке древесины $n=4000-5000$ об/мин.,

при строжке дельта-древесины $n=2500-3000$ об/мин.

Фрезерные станки

Для древесины: скорость резания $v=19-50$ м/сек
 скорость подачи $u=5-20$ м/мин

Для дельта-древесины: скорость резания . . . $v=19-31$ м/сек
 скорость подачи . . . $u=2-8,5$ м/мин

Для
чистовой
обработки

При фрезеровании деталей сложной криволинейной формы и при большой высоте фрезеруемой поверхности также следует применять малые скорости подачи.

Сверлильные станки

Рекомендуемое число оборотов n об/мин. сверла:

Для древесины: $n=3000$ об/мин. при глубине сверления до 60 мм

$n=1500-3000$ об/мин. при глубине сверления 50—200 мм

$n=200-600$ свыше 200 мм

Для дельта-древеси́ны: $n=400-600$ об/мин. при глубине сверления до 60 мм

Скорости подачи:

при сверлении древесины $u=5-25$ мм/сек

при сверлении дельта-древеси́ны $u=2,5-3$ мм/сек

Рекомендуется при выходе сверла из древесины уменьшать скорость подачи во избежание образования защепов.

5. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ НА ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ СТАНКАХ

При работе на деревообрабатывающих станках нужно особенно тщательно выполнять требования техники безопасности, так как вследствие больших скоростей резания и подачи увеличивается возможность травматизма. Каждый станок должен иметь ограждения всех опасных мест. К ограждениям предъявляются следующие требования.

Общие требования. Ограждения не должны портить ограждаемый станок, затруднять уход за станком и режущим инструментом, загромождать рабочее место и иметь лишние детали, увеличивающие стоимость ограждения.

Технологические требования. Ограждения не должны уменьшать производительность станков, снижать качество обработки и ухудшать условия наблюдения за работой.

Конструктивные требования. Ограждения должны автоматически устанавливаться по габаритам обрабатываемой древесины, максимально изолировать рабочего от опасных мест станка, иметь общий механизм торможения с ограждаемым станком, быть прочными и долговечными, отличаться простотой изготовления, быть компактными и обтекаемыми и не должны требовать для регулирования посторонних инструментов.

Ограждения деревообрабатывающих станков

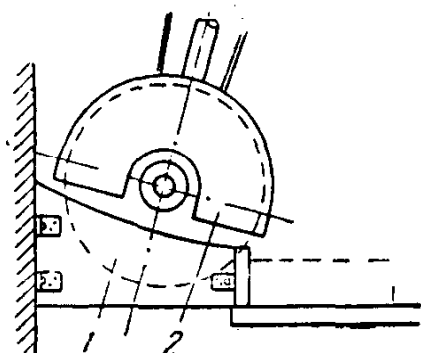
Ограждения маятниковых пил

Нерабочая часть зубьев пильного диска должна быть закрыта неподвижным ограждением, не препятствующим прохождению распиливаемого материала при максимальной его толщине. Все рабочие зубья пильного диска должны быть надежно закрыты, причем надвигаемая древесина автоматически должна открывать только часть пильного диска, необходимую для распиловки.

На фиг. 154 показано широко применяемое ограждение пильного диска. Оно представляет собой неподвижно укрепленный на станине кожух, закрывающий лишь нерабочую часть пильного диска. Так как во время работы неогражденная часть пильного диска полностью не участвует в резании древесины, то это ограждение не гарантирует безопасности и применять его можно только на тех участках работы, где длинные доски раскраиваются на крупные заготовки так, что руки рабочего удалены от места пропила, или при распиловке материала такой толщины, что неогражденные зубья пилы во время распиловки

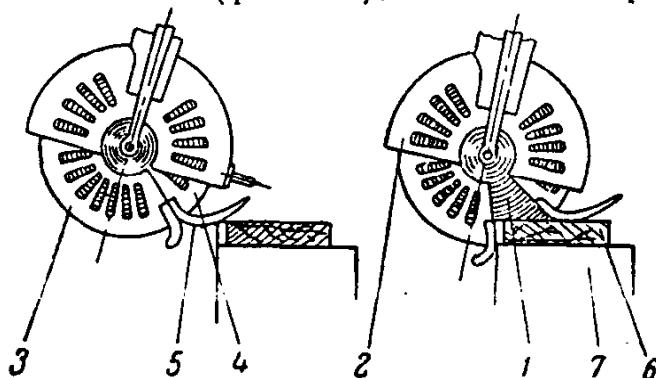
находятся внутри древесины, а также на маятниковых пилах с педальной подачей.

Автоматическое ограждение фирмы Флекс, полностью ограждающее пильный диск маятниковой пилы (фиг. 155), состоит из трех



Фиг. 154. Ограждение нерабочей части маятниковой пилы.

1—пильный диск; 2—ограждающий кожух.

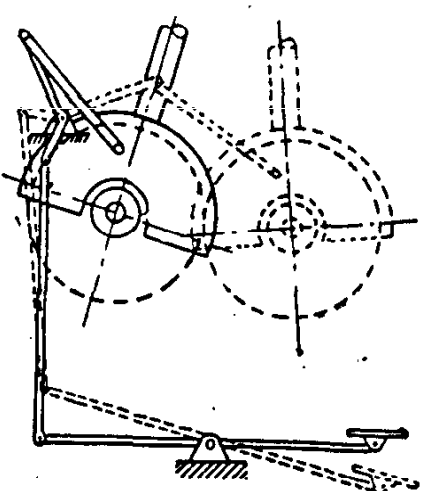


Фиг. 155. Автоматическое ограждение фирмы Флекс для маятниковой пилы.

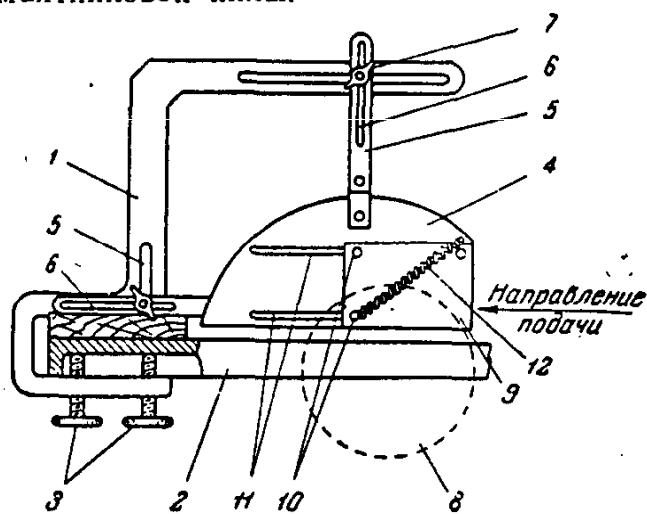
1—пильный диск; 2—неподвижная часть ограждения; 3—задняя подвижная часть ограждения; 4—передняя подвижная часть ограждения; 5—упоры; 6—распиливаемый материал; 7—стол.

частей — неподвижно укрепленной верхней части и двух нижних, вращающихся около оси пилы и передвигающихся внутри неподвижной части. На соприкасающихся кромках нижних частей укреплены упоры. При распиловке упор передней подвижной части скользит по верхней плоскости распиливаемой древесины, а упор второй части упирается в стол станка, и пильный диск открывается соответственно толщине распиливаемого бруска. По окончании распиловки подвижные части сходятся под действием пружин.

При ручной подаче маятниковой пилы рабочий стоит почти в плоскости движения пильного диска, отчего происходит много несчастных случаев. Между тем к любой маятниковой пиле с ручной подачей можно сделать педальную подачу, которая совершенно исключит возможность ранения рабочего. На фиг. 156 изображена кинематическая схема педальной подачи для маятниковой пилы.



Фиг. 156. Кинематическая схема педальной подачи маятниковой пилы.

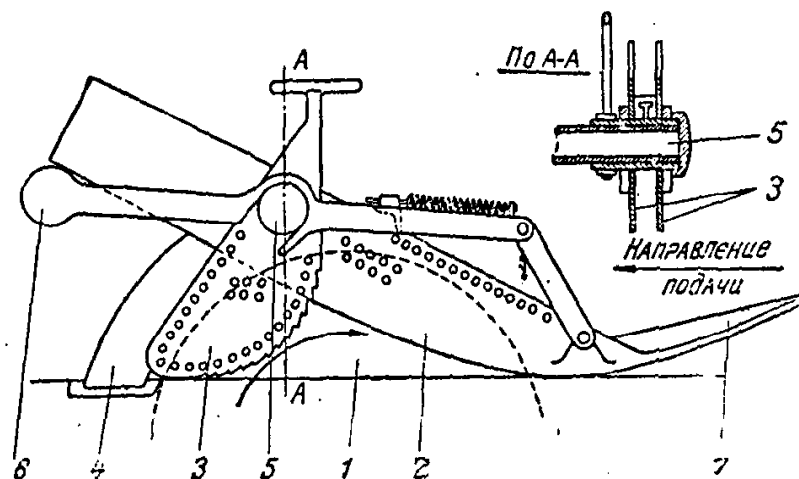


Фиг. 157. Автоматическое ограждение пильного диска круглопильных станков для поперечной распиловки.

Ограждения круглопильных станков для смешанной распиловки

На фиг. 157 показано автоматическое ограждение диска круглопильного станка для поперечной распиловки. Оно смонтировано на

кронштейне 1, прикрепленном к станине станка 2 винтами 3. Кожух ограждения 4 соединен с кронштейном штангой 5. Для регулирования положения кожуха в зависимости от диаметра пильного диска и толщины распиливаемого материала в обеих штангах кожуха и верхней горизонтальной части кронштейна имеются прорези 6. Ослабив крепление болтов 7, можно перемещать кожух в горизонтальном и



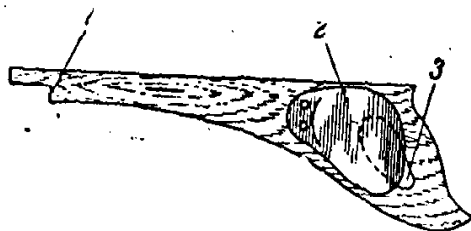
Фиг. 158. Ограждение пильного диска круглопильных станков для продольной распиловки.

1—пильный диск; 2—кожух; 3—тормозные секторы; 4—расклинивающий нож; 5—труба; 6—груз; 7—прицельное ребро.

вертикальным направлением. Кожух открывает над пилой минимальную часть пильного диска 8. Распиливаемый материал при подаче его на пилу упирается в щетки 9, которые укреплены роликами 10 в прорезях 11 кожуха и отодвигаются по мере подачи. Щетки после распиловки возвращаются пружинами 12 в исходное положение.

Для ограждения диска пилы при продольной распиловке ЦНИИМОД рекомендует комплексное ограждение (фиг. 158).

Монтаж, демонтаж и регулировка этого ограждения проводятся без инструментов и приспособлений. В этой конструкции нет ни одного болта, винта или гайки. Все ограждение монтируется на одной горизонтально расположенной опорной трубе. Кожух, шарнирно укрепленный на опоре, уравновешен контргрузом, который является продолжением кожуха по другую сторону от оси качения. Для облегчения точного подвода доски к пильному диску кожух имеет прицельное ребро. Расклинивающий нож смонтирован и регулируется над столом. Для дополнительной устойчивости против вибрации нож укреплен пробковыми прокладками в прорези стола. Обратный вылет обрабатываемого материала предотвращается тормозными секторами. Ограждение на станок следует устанавливать так, чтобы ось опорной трубы ограждения была на 30 мм выше самой высокой точки пильного диска.



Фиг. 159. Толкатель.

1—упор для материала; 2—рукоятка; 3—щитки для ограждения руки станочника.

Ручная подача материала на круглопильном станке даже с хорошим ограждением опасна для станочника, а потому категорически запрещена. На фиг. 159 показан толкатель простой конструкции, ко-

торым следует оборудовать каждый станок, не имеющий приспособлений для подачи. На фиг. 160 показан более совершенный английский толкатель, смонтированный на направляющей линейке. Он рассчитан на распиловку неширокого материала.

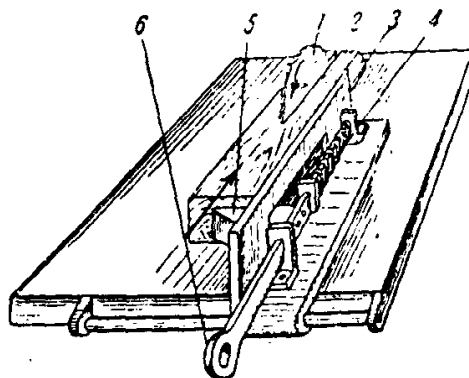
Ограждения на ленточных станках

При работе на ленточнопильном станке рабочий может повредить руки неограженной частью пилы при ручной подаче, получить ранение при разрыве пильной ленты в случае отсутствия ограждения, а незакрытые шкивы могут захватить тело или одежду рабочего.

Лучшим автоматическим ограждением рабочего участка пильной ленты является качающийся щиток (фиг. 161). Он полностью закрывает опасный для рук участок пилы, автоматически приводится в действие, не требует ухода и не мешает работать на станке.

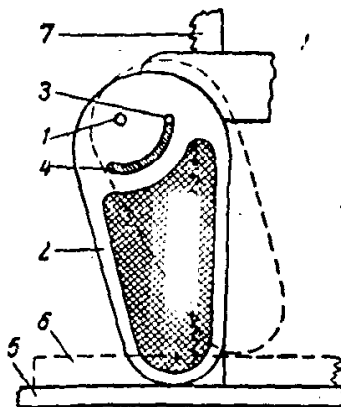
На вилке, укрепленной у верхнего направляющего механизма, шарнирно прикреплены связанные между собой сетчатые рамки. Под действием собственного веса они всегда стремятся занять вертикальное положение и тем самым закрывают полотно пилы. Штырь, установленный в прорези, служит ограничителем отклонения рамок. Лента пилы должна быть ограждена по всей длине, включая и пильные шкивы. Нерабочую часть пилы, а также и рабочую ее часть до участка, на котором производят резание, обычно ограждают неподвижным деревянным предохранителем. Оба пильные шкива, если их ограждение не предусмотрено конструкцией станка, надо ограждать кожухами, имеющими деревянный или металлический остов, с боков обтянутый металлическими сетками.

Шкивы оборудуются тормозами для предотвращения полного сбрасывания оборвавшейся ленты с пильных шкивов. На фиг. 162 изображен ленточнопильный станок с полным ограждением пильной ленты и тормозным рычагом, действующим на верхний пильный шкив. Установка тормозов на нижний пильный шкив, как показала практика, не предотвращает сбрасывания оборвавшейся ленты.



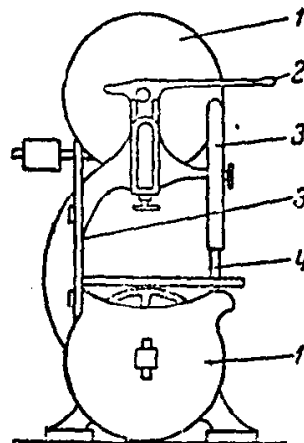
Фиг. 160. Английский толкатель.

1—пильный диск; 2—распиливаемый материал; 3—направляющая линейка; 4—толкатель; 5—упор для материала; 6—рукоятка.



Фиг. 161. Автоматическое ограждение рабочего участка пильной ленты качающимся щитком.

1—вилка; 2—сетчатые рамки; 3—штырь; 4—прорези; 5—стол станка; 6—обрабатываемый материал; 7—пильная лента.



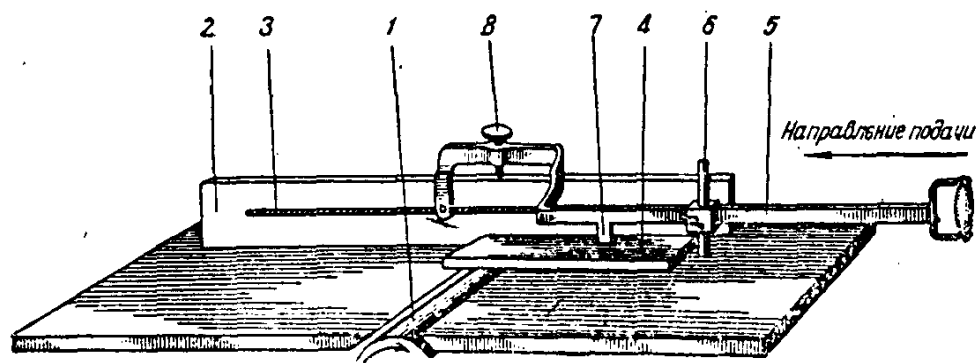
Фиг. 162. Полное ограждение ленточнопильного станка.

1—ограждение пильных шкивов; 2—тормоз верхнего пильного шкива; 3—неподвижное ограждение нерабочих участков пильной ленты; 4—подвижное ограждение рабочего участка пильной ленты.

Более совершенная конструкция тормозов, одновременно действующая на оба пильных шкива и связанная с пусковым механизмом станка, получила лишь ограниченное распространение вследствие сложности изготовления.

Ограждения на фуговальных станках

Причиной травматизма при работе на фуговальных станках является ручная подача древесины. Поэтому для предупреждения несчастных случаев должна быть механизирована подача материала на

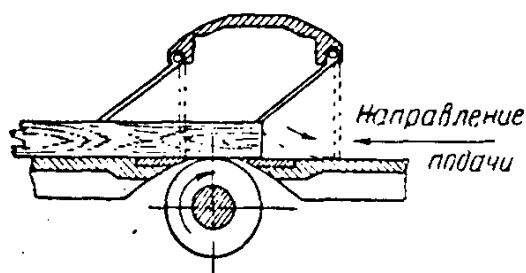


Фиг. 163. Рычажный толкатель типа Лекс.

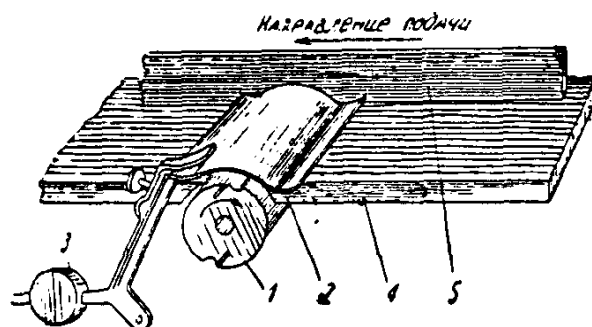
1—ножевая головка; 2—направляющая линейка; 3—прорезь в направляющей линейке; 4—обрабатываемый материал; 5—толкатель; 6—штифт толкателя; 7—прижим; 8—винтовой упор.

ножевую головку, устранено обратное выбрасывание материала во время фугования, ограждена ножевая головка и уменьшена щель между лезвием ножей и кромками губок плит стола.

Механизация подачи на фуговальных станках осуществляется толкателями. На фиг. 163 изображен рычажный шарнирно укрепленный толкатель типа Лекс, смонтированный на направляющей линейке и имеющий возможность перемещаться вдоль нее. Материал на ножевую головку подается толкателем при помощи упирающегося в него штифта и прижимается к столу прижимом. Над линейкой установлен винтовой упор, ограничивающий опускание толкателя.



Фиг. 164. Когтевое приспособление для устранения обратного выбрасывания материала при фуговании.



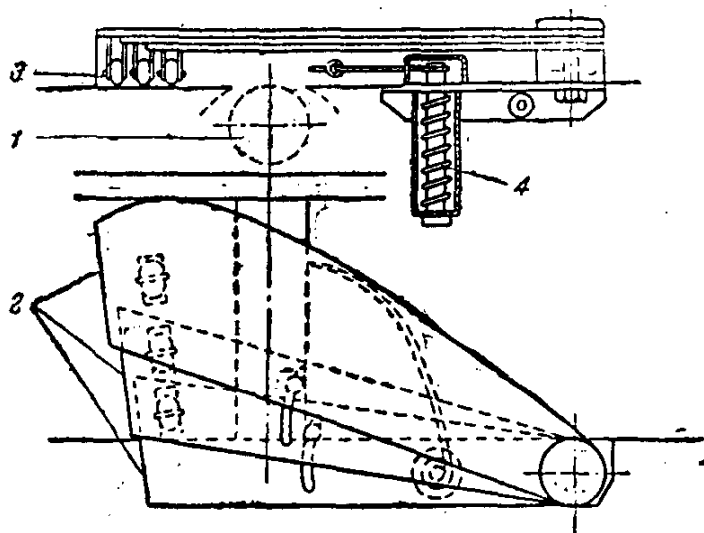
Фиг. 165. Щиток для ограждения ножевой головки фуговального станка.

1—ножевая головка; 2—ограждающий щиток; 3—груз; 4—стол станка; 5—направляющая линейка.

Обратное выбрасывание древесины при ее фуговании предотвращается пружинами и когтями. На фиг. 164 дано сечение когтевого приспособления, позволяющее древесине двигаться только в одном направлении. Приспособление это крепится к специальному кронштейну или к кожухам подшипников ножевого вала; при этом нижние концы когтей едва касаются поверхности стола.

Ограждения ножевых головок фуговальных станков разнообразны, причем более совершенны автоматические ограждения. Для ограждения ножевой головки при фуговании одной пласти брусков рекомендуется устанавливать автоматически действующий щиток (фиг. 165). Но при таком ограждении независимо от ширины обрабатываемого материала открывается вся ножевая головка, что представляет опасность для рабочего.

Веерные ограждения (фиг. 166) имеют открытой только ту часть ножевой головки, которая обрабатывает материал, они позволяют строгать как плась, так и кромку. Ограждающая часть такого приспособления состоит из трех секций, веерообразно складывающихся при строгании материала и не загромождающих прохода у станка. Каждая секция опирается на стол роликом, что облегчает ее перемещение по столу. После прохода материала все секции ограждения под действием пружины закрывают ножевую головку.

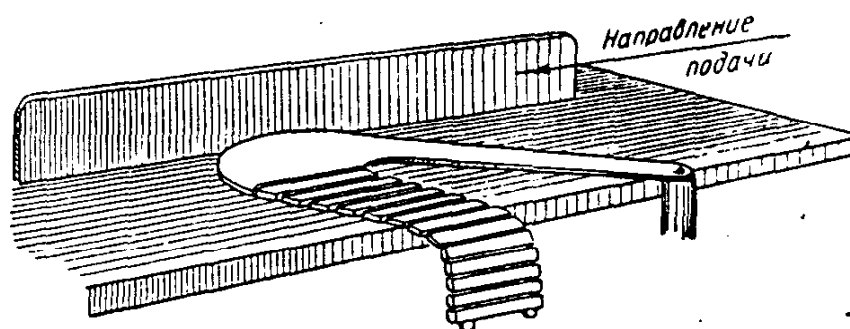


Фиг. 166. Веерное ограждение ножевой головки фуговального станка.

1—ножевая головка; 2—секции веерного ограждения; 3—ролик; 4—пружина.

Пластиночные ограждения отличаются от веерных добавлением к основному сектору (фиг. 167) ленты, составленной из отдельных пластин, не соединенных осью вращения.

Более сложными, но компактными и надежными в работе являются клавишные ограждения ножевых головок фуговальных станков. На фиг. 168 изображено клавишное ограждение типа Книзель, в котором



Фиг. 167. Пластиночные ограждения ножевой головки фуговального станка.

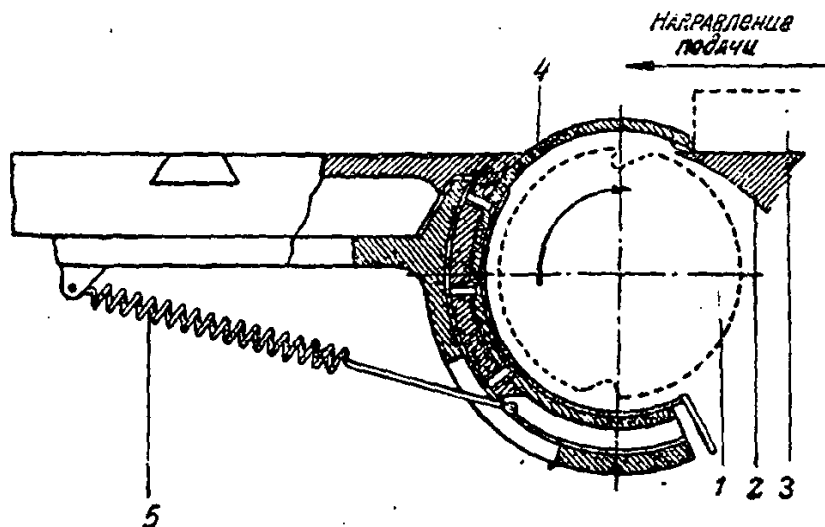
ножевая головка прикрывается полуцилиндрическим кожухом и при подаче обрабатываемой древесины задвигается под стол станка, а в исходное положение возвращается пружиной.

Ограждения на рейсмусовочных станках

При работе на рейсмусовочном станке частой причиной травматизма является вылет обрабатываемых брусков на рабочего при одновременном строгании нескольких брусков различной толщины. Более тои-

кис (хотя бы на 2--3 мм) бруски не прижимаются к столу подающих валов станка и свободно выбрасываются назад ножами ножевой головки. Поэтому при отсутствии на станке секционного подающего валика на нем обязательно должны быть установлены впереди подающего валика тормозные когти.

Когти нужно крепить не к подвижному столу, а к станине. Тогда расстояние от оси подвески когтей до верхней пласти бруска не будет зависеть от их толщины и тормозной эффект когтей может быть отрегулирован с большей надежностью для любого материала по толщине. При соблюдении этого условия достаточно установить простые когти с двумя-тремя мелкими зубчиками на концах вместо громоздких сек-



Фиг. 168. Клавишное ограждение ножевой головки фуговального станка.
1—ножевая головка; 2—стол станка; 3—обрабатываемый материал; 4—полуцилиндрический кожух; 5—пружина.

торов. Ширина каждого когтя по фронту станка должна быть 10--15 мм во избежание открытия боковых окон. С обеих сторон когтей должны быть установлены предельные упоры качания. Перед когтями обязательно должна быть установлена вспомогательная рамка с ручкой для подъема их при необходимости обратного вытаскивания обрабатываемых брусков.

Ось качания тормозных когтей должна быть перпендикулярна направлению подачи и плоскости стола; когти должны быть точно пригнаны на оси и свободно качаться, без малейшего заедания.

Ограждения на фрезерных станках

Наибольшее число несчастных случаев в деревообрабатывающих цехах происходит из несгражденных фрезерных станках, причем статистика травматизма указывает на следующие причины:

а) ранение рук рабочего режущим инструментом при фрезеровании коротких деталей, не по слою, тупым режущим инструментом и в шаблоне несовершенной конструкции;

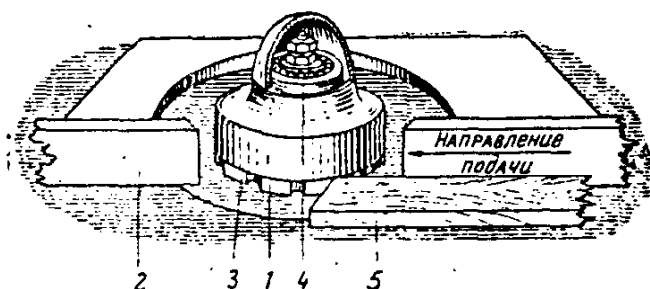
б) ранение отбрасываемым от ножей обрабатываемым материалом;

в) тяжелое ранение при разрушении режущего инструмента.

Следовательно, на фрезерном станке следует в первую очередь тщательно ограждать режущий инструмент.

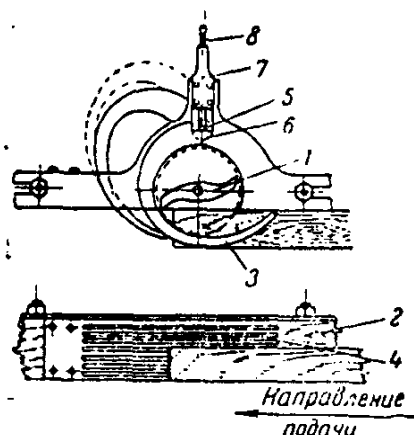
Ограждение, закрывающее фрезерную головку сверху и с боков, показано на фиг. 169. Такое ограждение пригодно при работе по направляющей линейке и по кольцу. При фрезеровании по направляю-

щей линейке рекомендуется также применять клавишное автоматическое ограждение. Режущий инструмент (фиг. 170) в этом ограждении закрывается десятью клавишами, надетыми на одну общую ось и пропущенными через прорези в линейке. На оси между клавишами помещены пружины, возвращающие каждый клавиш в исходное положение после его отклонения обрабатываемой древесиной. Ось с клавишами и пружинами помещена в передвижной скобе и перемещается винтом перпен-



Фиг. 169. Ограждение режущего инструмента фрезерного станка.

1—режущий инструмент; 2—направляющая линейка станка; 3—ограждение инструмента; 4—шариковый подшипник; 5—обрабатываемый материал.

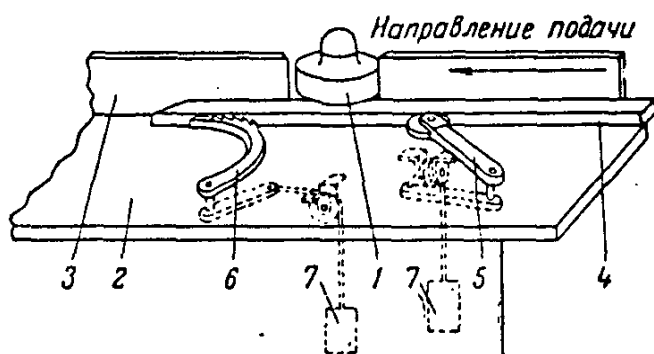


Фиг. 170. Клавишное автоматическое ограждение режущего инструмента фрезерного станка.

1—режущий инструмент; 2—направляющая линейка; 3—клавиши; 4—прорези; 5—ось клавишей; 6—пружины; 7—передвижная скоба; 8—винт.

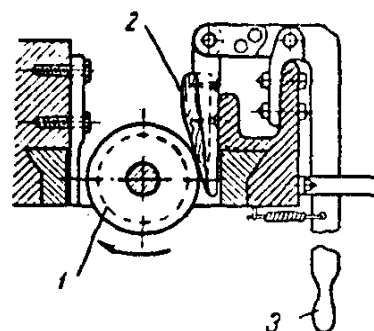
дикулярно к линейке. Такое ограждение открывает щель только на толщину обрабатываемого материала. Отлетевшие части быстро вращающейся фрезы задерживаются клавишами, которые при радиальном нажиме не открываются.

Для автоматического прижимания обрабатываемого материала к направляющей линейке и предотвращения отбрасывания его на фрезерных станках устанавливаются прижим и тормозной сектор (фиг. 171).



Фиг. 171. Тормозной сектор и прижим на фрезерном станке.

1—режущий инструмент; 2—стол станка; 3—направляющая линейка; 4—обрабатываемый материал; 5—прижим с роликом; 6—тормозной сектор; 7—груз.



Фиг. 172. Колодочный тормоз фрезерного станка.

1—рабочий вал станка; 2—тормозная колодка; 3—рукоятка тормоза.

Кроме ограждения режущих инструментов, на фрезеровальных станках должны быть установлены тормоза для остановки вращения шпинделя. На фиг. 172 показана простая надежная конструкция колодочного тормоза. При правильном сочетании плеч рычагов такой тормоз обеспечивает быстрое и мягкое торможение шпинделя станка.

ГЛАВА IV

СКЛЕИВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИМЕНЯЕМЫХ КЛЕЕВ

Общие сведения

В современном самолетостроении деревянные детали и агрегаты в основном склеиваются из отдельных реек и брусков. Склеиванием достигается уменьшение коробления деталей при эксплуатации самолета и лучшее использование высококачественной авиационной древесины.

Для склеивания в самолетостроении применяются клеи, дающие прочные, бензо- и маслостойкие и водоупорные соединения. В настоящее время для изготовления самолетных деталей применяются казеиновые клеи марки В-105 и В-107 и смоляные клеи на основе фенольно-формальдегидных смол ВИАМ-Б и Б.

Казеиновые клеи хотя и дают прочное, бензо- и маслостойкое и довольно водоупорное клеевое соединение, но увлажняют склеиваемую древесину и соединение может поражаться грибами.

Смоляные клеи дают прочное, водоупорное, абсолютно антисептическое, бензо- и маслостойкое клеевое соединение.

За последнее время для нужд самолетных заводов разрабатываются и испытываются в производственных условиях карбамидные и карбинольный клеи.

Карбамидные клеи марок КМ-1, МК-2 и КМ-12 окончательно еще не отработаны, но представляют практический интерес как заменители дефицитного и вредного для здоровья фенольно-формальдегидного клея ВИАМ-БЗ.

Карбинольный клей, разработанный проф. Назаровым, весьма интересен. Но технология склеивания этим клеем еще не отработана. Предстоит выяснить еще роль подготовки поверхности древесины для склейки, определить необходимые удельные давления на склеиваемую поверхность при запрессовке, влияние температуры на качество склейки и найти оптимальные выдержки.

Казеиновые клеи В-105 и В-107

Казеиновые клеи марок В-105 и В-107 поступают на заводы в виде порошка, причем клей В-107 является заменителем клея В-105. Состав этих клеев приведен в табл. 25.

Таблица 25

Состав казеиновых клеев

Наименование составных частей	Количество весовых частей, входящих в клей	
	В-105	В-107
Казеин	I сорт—100	I сорт—50 II сорт—50
Гашеная известь (пушонка)	27	27
Фтористый натр	12	12
Медный купорос	0,5	0,5
Керосин	2,0	2,0

Кроме указанных составных частей, в казеиновые клеи вводятся еще антисептирующие вещества. Их вносят или в клеевой раствор, или в порошок в соответствии с производственной инструкцией. В качестве антисептика можно рекомендовать оксидифенил в количестве 3% или этилмеркурфосфат в количестве 0,15% от веса клеевого порошка. Антисептирующие вещества повышают грибостойкость казеиновых клеев, но полностью не гарантируют клеевое соединение от грибных поражений.

Казеин получается из обезжиренного молока путем осаждения творага действием сычужного фермента или кислот: 1) молочной, 2) серной, 3) соляной. Сычужный казеин ввиду высокой зольности для изготовления клеев не применяется.

Лучшим считается молочнокислотный казеин, получаемый путем самоскисания молока или непосредственного воздействия молочной кислоты. Он хорошо растворяется в слабых щелочных растворах, имеет небольшую вязкость и малое содержание золы, что обеспечивает получение хорошего качества клеевого порошка.

Гашеная известь $\text{Ca}(\text{OH})_2$ вводится в клей в виде пушонки, просеянной через сито с 50 отверстиями на 1 см.

Известь должна иметь высокое содержание CaO и не содержать не растворимых в воде примесей SiO_2 и CaCO_3 . Известь придает клею водоупорность, но излишек извести понижает его рабочую жизнеспособность и увеличивает хрупкость клеевого соединения.

Фтористый натр NaF (нейтральный) является одним из лучших растворителей казеина. Он увеличивает рабочую жизнеспособность клея, но излишек NaF уменьшает его водоупорность, а потому NaF должен вводиться в клей в строго определенном количестве.

Медный купорос CuSO_4 удлинит рабочую жизнеспособность клея и увеличивает водоупорность.

Наличие керосина в порошке клея устраняет образование комков как во время изготовления клеевого порошка, так и при его хранении.

Химико-физические свойства и методика испытания казеиновых клеев

Казеиновые клеи относятся к классу щелочных, превращающихся в твердую массу в результате химических реакций, протекающих в клеевом растворе, и испарения воды. Указанные процессы происходят в растворах при обыкновенной комнатной температуре, т. е. казеиновые клеи допускают применение холодного склеивания. Для ускорения склеивания можно применять подогрев.

Казеиновые клеи должны иметь постоянный состав и готовиться из материалов, удовлетворяющих специальным техническим требованиям. Клеевой порошок не должен иметь гнилостного запаха, следов плесени, комков, не распадающихся при легком растирании пальцами, насекомых и их личинок. Не менее 95% (по весу) порошка должно просеиваться:

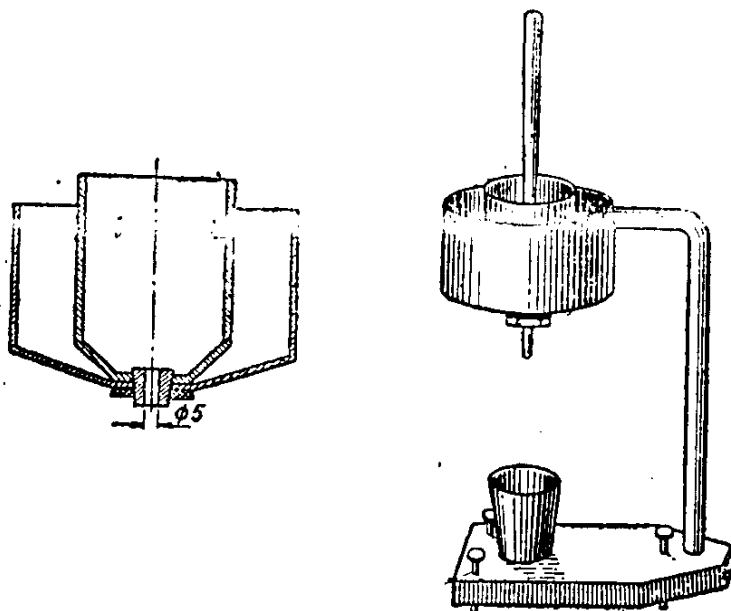
- а) клей В-105 через сито № 60 (24 отверстия на 1 см),
- б) клей В-107 через сито № 40 (16 отверстий на 1 см).

При хранении в установленной таре в сухом вентилируемом помещении при температуре не выше 30° в течение пяти месяцев со дня выпуска клей должен удовлетворять всем требованиям технических условий. По истечении пяти месяцев казеиновый клей подлежит переиспытанию.

При размешивании в течение 1 часа в водопроводной воде при температуре 15—20° клей должен образовывать однородный клеевой раствор. Скорость размешивания 60—90 об/мин.

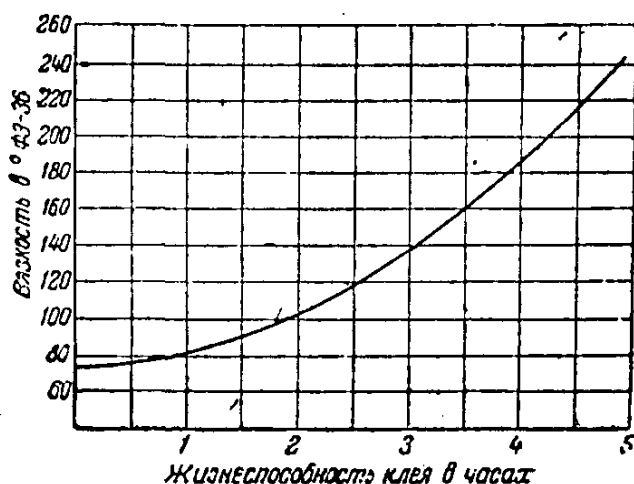
Рабочая жизнеспособность клеевого раствора консистенции 1:2 при температуре 20° должна быть летом 4 часа, а зимой 5,5 час. Клей

В-107 имеет несколько меньшую рабочую жизнеспособность. Жизнеспособность казеинового клея удобно определять вискозиметром Форда-Энглера-36 (фиг. 173), для чего 150 г клеевого раствора вливают в стакан емкостью 300 см³ (диаметр стакана должен быть 5—8 см) и помещают в термостат для создания постоянства температуры клея ($20 \pm 1^\circ$) во время испытания.



Фиг. 173. Вискозиметр Форда-Энглера-36 (ФЭ-36).

Вязкость раствора определяют через каждые 30 мин. Для этого клеевой раствор наливают в вискозиметр и определяют время истечения 50 см³ клеевого раствора через сопло № 2. Время истечения клея в секундах, умноженное на константу сопла, дает вязкость клеевого раствора в градусах ФЭ-36. По полученным данным строят график изменения вязкости клеевого раствора по времени, где по оси



Фиг. 174. График изменения вязкости казеинового клея по времени.

абсцисс откладывают время в часах от начала приготовления клея, а по оси ординат—соответствующую этому времени вязкость. Из построенного таким образом графика (фиг. 174) можно определить рабочую жизнеспособность испытуемого клея.

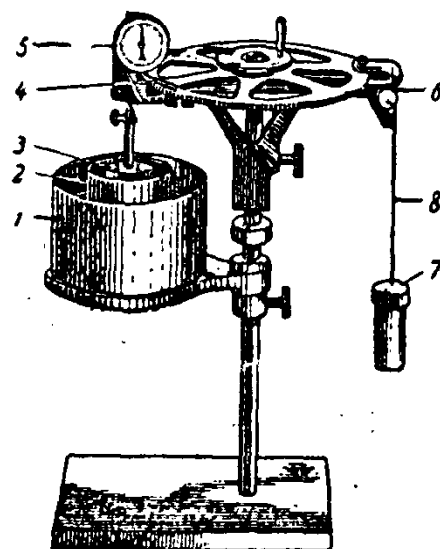
Такой метод испытания характеризует поведение клеевого раствора при работе с ним и его рекомендуется проводить на всех авиазаводах, применяющих клеи. В последнее время вязкость казеиновых клеев определяют в вискозиметре

Стормера (фиг. 175). Принцип работы вискозиметра Стормера следующий. Груз при помощи тонкой цепочки, перекинутой через вал червячной передачи, приводит в движение зубчатый диск и вторую передачу, соединенную с вращающимся в исследуемом растворе цилиндром. Определяют время, за которое стрелка циферблата совершит

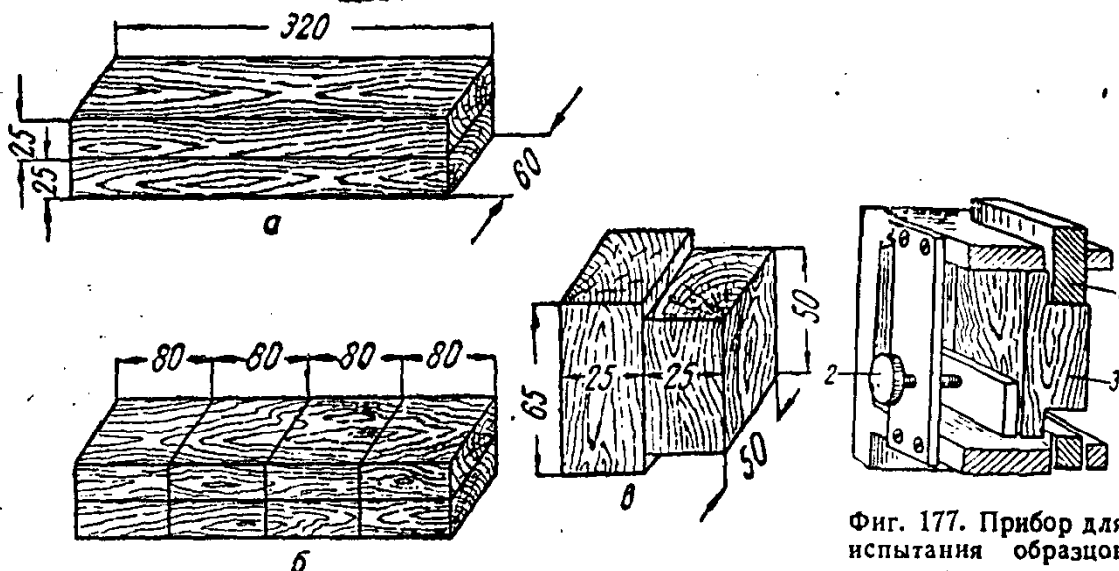
полный оборот, и по таблицам находят вязкость клея в градусах ФЭ-36.

Клей должен иметь достаточную связывающую способность и водоупорность. Связывающую способность клеев определяют испытанием крепости клеевого соединения древесины на скалывание плоскости склейки. Для изготовления образцов применяется древесина ясеня или дуба с влажностью 7—10%, удовлетворяющая требованиям на авиадревесину. Волокна древесины в образце должны быть параллельны плоскости склеивания, а годовые слои направлены под углом 45—90°. Образцы изготавливаются из брусков длиной 320 ± 10 мм, шириной 60 ± 2 мм и толщиной 25 ± 1 мм, причем склеиваемые поверхности обрабатываются не позже, чем за 2 часа до склеивания. Клеевой раствор наносится движением кисти в одну сторону на обе склеиваемые поверхности ровным слоем.

Намазанные образцы зажимают в специальных струбцинах, обеспечивающих удельное давление $2-3 \text{ кг/см}^2$, и держат в помещении с температурой 12—30° в запрессованном состоянии 24 часа, затем в свободном состоянии не менее 24 час. После выдержки образцы обрабатывают под угольник, как показано на фиг. 176. Испытываются образцы через



Фиг. 175. Вискозиметр Стомера, 1—наружный сосуд для воды; 2—внутренний сосуд для клея; 3—вращающийся цилиндр; 4—зубчатый диск; 5—счетчик оборотов; 6—червячная передача; 7—груз; 8—цепочка.



Фиг. 176. Изготовление образцов на скалывание для определения связующей способности клеев.

а—склеенный брусок; б—раскрой бруска на образцы; в—готовый образец.

72 часа после склеивания на универсальном прессе Амслера в специальном приборе (фиг. 177). Положение образца в приборе регулируется установочным винтом. Скорость нагружения при испытании — 120 кг/см^2 в минуту, или 3000 кг/мин .

Временное сопротивление скалыванию определяется по формуле

$$\sigma = \frac{P}{F},$$

Фиг. 177. Прибор для испытания образцов на скалывание по склейке.

1—нож; 2—установочный винт; 3—образец.

где σ — временное сопротивление скалыванию в кг/см^2 ;

P — разрушающая нагрузка в кг ;

F — площадь склейки в см^2 .

Временное сопротивление скалыванию должно быть не менее 100 кг/см^2 (при этом у одного из четырех образцов допускается временное сопротивление скалыванию 90 кг/см^2).

Водоупорность клея определяют на стандартных образцах после вымачивания их в воде с температурой $15-25^\circ$ в течение 24 час. Временное сопротивление скалыванию должно быть не менее 70 кг/см^2 (при этом у одного из четырех образцов допускается временное сопротивление скалыванию 60 кг/см^2).

Транспортировка и хранение казеинового порошка

Казеиновый порошок упаковывается в воздухонепроницаемые барабаны или банки из фанеры и белой жести, выложенные внутри парафинированной бумагой. На каждой банке или барабане обозначается марка клея, номер выпуска, дата изготовления, вес брутто и нетто и номер завода. Согласно требованиям технических условий, порошок от каждого барабана, полученного авиазаводом, должен испытываться в заводской лаборатории на растворимость в воде, жизнеспособность, связующую способность и водоупорность.

Казеиновый порошок должен храниться в чистом, сухом и хорошо вентилируемом помещении с температурой воздуха $10-30^\circ$ при относительной влажности воздуха $50-70\%$. Через пять месяцев хранения порошок переиспытывается на все виды испытаний, предусмотренные техническими условиями.

Смоляные клеи

Смоляные клеи имеют ряд следующих существенных преимуществ по сравнению с казеиновыми: абсолютную антисептичность, водоупорность, безводность (в своем составе имеют только до 20% воды) и дают более прочное клеевое соединение.

Но наряду с положительными качествами смоляные клеи имеют также и недостатки: пониженную жизнеспособность (2—4 часа), повышенную вредность, более сложны в производстве, особенно при температуре склеивания выше 20° .

Клей ВИАМ-БЗ

Состав смоляного клея ВИАМ-БЗ: фенольно-баритовая смола ВИАМ-Б, технически чистый ацетон и керосиновый контакт 1-го сорта. До употребления составные части клея хранятся отдельно. Клей ВИАМ-БЗ должен иметь вид однородной сиропообразной маловязкой и прозрачной в тонких слоях жидкости. Цвет клея не нормируется.

Клей готовится по рецепту:

для холодной полимеризации:

смолы ВИАМ-Б	100	вес. ч.
технически чистого ацетона	10	"
керосинового контакта 1-го сорта	1400	вес. ч.
	a	

для горячей полимеризации (выклейки обшивки из шпона):

смолы ВИАМ-Б	100	вес. ч.
технически чистого ацетона	10	вес. ч.
керосинового контакта 1-го сорта	1000	вес. ч.
	a	

Примечание. Ацетон может быть заменен этиловым спиртом (сырцом), которого необходимо брать 8 вес. ч. на 100 вес. ч. смолы; a — кислотное число применяемого керосинового контакта.

Фенольно-баритовая смола ВИАМ-Б представляет собой вязкую жидкость от желтого до красно-коричневого цвета, получаемую при конденсации фенола и формальдегида в присутствии едкого бария в качестве катализатора. Содержание свободного фенола в смоле должно быть не более 21%, вязкость 30—60° ФЭ-36, воды не более 20%.

Смола транспортируется в стеклянных бутылках емкостью около 30 л или в деревянных или железных бочках емкостью 250—400 кг. На каждой бутылке или бочке прикрепляется бирка с обозначением названия продукта, завода-изготовителя, времени изготовления, веса брутто и нетто и номера партии.

Смолу ВИАМ-Б на заводе-потребителе следует хранить в чистом помещении с температурой воздуха 0—20°.

Керосиновый контакт

Керосиновым контактом называется смесь сульфокислот, получаемых при обработке керосинового дистиллата дымящей серной кислотой или серным ангидридом. Физико-химические показатели керосинового контакта:

Внешний вид—густая сиропообразная жидкость от светложелтого до темного цвета.

Контакт в любых порциях смешивается с водой.

Содержание сульфокислот не менее 55%

Отношение содержания сульфокислот к содержанию масла не менее 9,6

Отношение содержания сульфокислот к содержанию серной кислоты не менее 50,0

Отношение содержания сульфокислот к содержанию золы не менее 300,0
(зола замедляет реакцию полимеризации клея и ухудшает качество склейки)

Расщепительная способность 75%

Воды в контакте около 40%
(избыток воды вредно отражается на склейке).

Контакт транспортируется в прочных деревянных бочках или цистернах, покрытых внутри специальным слоем. На заводе-потребителе керосиновый контакт следует хранить в чистом помещении с температурой 0—20°.

В смоляных клеях контакт применяется в качестве отвердителя. Излишек контакта снижает рабочую жизнеспособность клея, увеличивает его активность и хрупкость клеевого соединения.

Ацетон технически чистый

Ацетон — бесцветная прозрачная жидкость с характерным запахом — получается при сухой перегонке дерева или специальным брожением углеводов. Ацетон служит для стабилизации вязкости клея и излишек его увеличивает жизнеспособность клея и уменьшает его активность.

Ацетон транспортируется в специальных железнодорожных цистернах, в железных оцинкованных бочках или стеклянных бутылках емкостью 25 л. На каждой бутылке или бочке наклеивается яркая этикетка с поперечной красной полоской с надписью: «Огнеопасно».

На заводе-потребителе ацетон следует хранить в соответствии с инструкцией по хранению горючего.

Клей КБ-3

Смоляной клей КБ-3 состоит из фенольно-формальдегидной смолы Б и керосинового контакта 1-го сорта. Клей КБ-3 имеет вид однородной сиропообразной маловязкой и прозрачной в тонких слоях жидкости. Цвет клея не нормируется. Приготавливается этот клей по рецепту:

Для холодной полимеризации

смолы Б	100	вес. ч.
керосинового контакта 1-го сорта	$\frac{1800}{a}$. . .

Для горячей полимеризации (выклейки обшивок из шпона)

смолы Б	100	вес. ч.
керосинового контакта 1-го сорта	$\frac{1600}{a}$. . .

где a — кислотное число применяемого контакта;

Клей КБ-3 содержит меньше свободного фенола по сравнению с клеем ВИАМ-БЗ, а потому менее вреден.

Фенольно-формальдегидная смола Б является продуктом конденсации фенола с формальдегидом в присутствии едкого натра в качестве катализатора. Смола Б приготавливается по следующей рецептуре:

Фенол синтетический 100%	100	вес. ч.
Формалин 37%	150	. . .
Едкий натр (40%-ный водный раствор).	5	. . .
Ацетон.	18	. . .

Физико-химические показатели

Содержание свободного фенола	не более	5%
Содержание свободного формальдегида	не более	4%
Содержание ацетона		7—12%
Содержание воды	не более	30%
Содержание щелочи	не более	1%
Вязкость при 20°C.		10—20° ФЭ-36

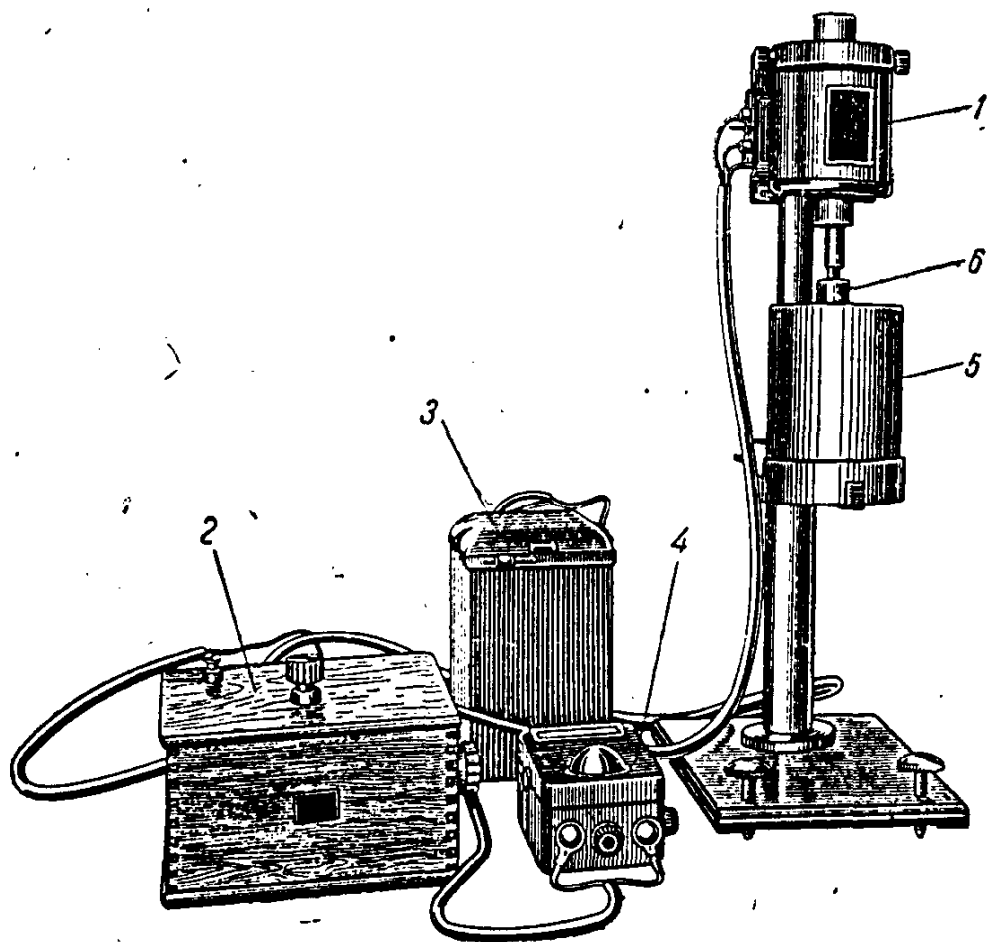
Смола транспортируется в стеклянных бутылках и железных бочках. На каждой бутылке и бочке прикрепляется бирка с обозначением названия продукта, завода-изготовителя, даты изготовления, веса брутто и нетто, номера партии.

Смолу Б следует хранить в сухом помещении с температурой воздуха от 0 до 20°C.

Смоляные клеи перед пуском в производство испытывают в заводских лабораториях на определение связующей способности и жизнеспособности, содержание свободного фенола, формальдегида и влаги.

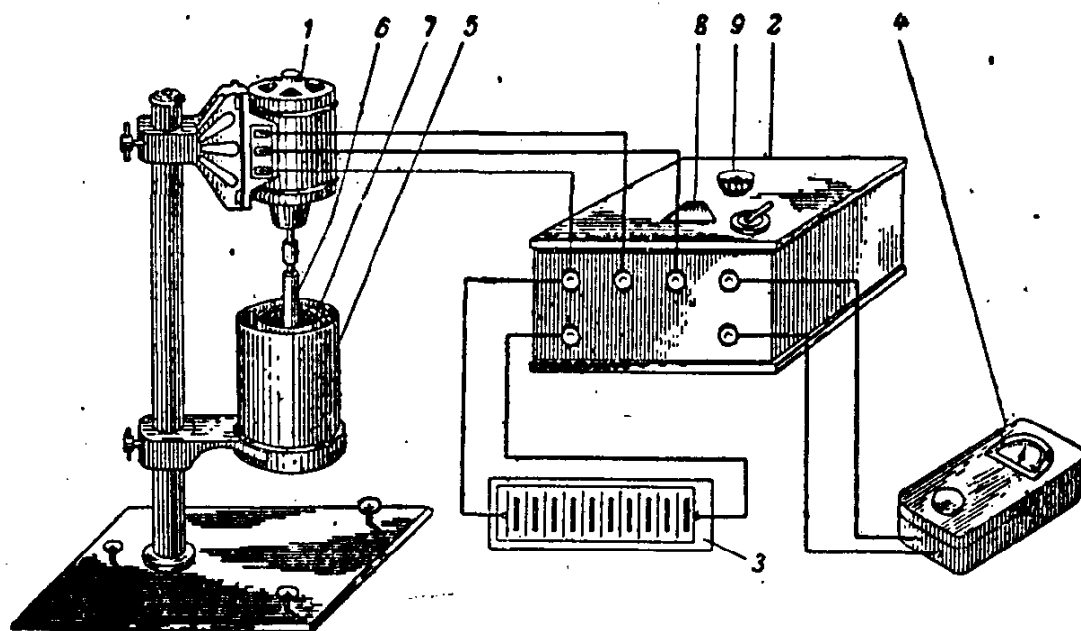
Рабочую жизнеспособность клея определяют вискозиметром ФЭ-36 (сопло № 2) или Стромера (см. в разделе «Казеиновые клеи») или роторным вискозиметром.

Роторный вискозиметр (фиг. 178) состоит из штатива с электродвигателем мощностью 2 вт при 250 об/мин., двух вертикальных цилиндров, между которыми помещается исследуемый клей; внешний цилиндр укреплен неподвижно, а внутренний (ротор) равномерно вращается вокруг своей оси с постоянной угловой скоростью; щелочного или кислотного аккумулятора с напряжением 6 в; гальванометра с ценой деления 0,94 и пульта.



Фиг. 178. Роторный вискозиметр.

1—электродвигатель; 2—пульт; 3—аккумулятор; 4—гальванометр; 5—внешний цилиндр для воды; 6—ротор.

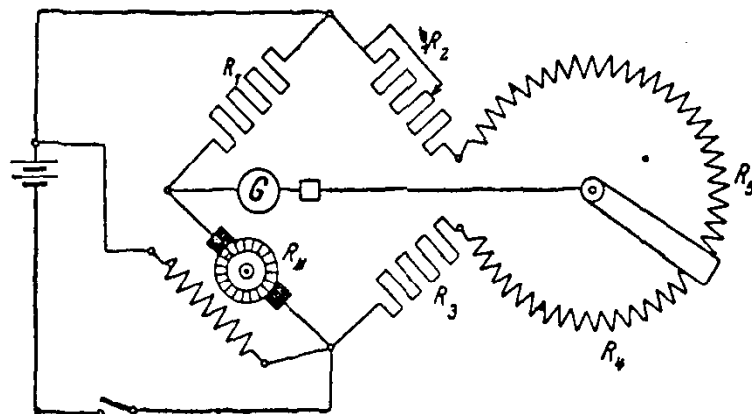


Фиг. 179. Схема соединения частей роторного вискозиметра.

1—электродвигатель; 2—пульт; 3—аккумулятор; 4—гальванометр; 5—внешний цилиндр для воды; 6—ротор; 7—внутренний цилиндр для клея; 8—визирное окошечко; 9—рукоятка потенциометра.

Все отдельные элементы вискозиметра — мотор, гальванометр, пульт — соединяются между собой гибкими кабелями по схеме, приведенной на фиг. 179.

Электрическая схема прибора представляет собой схему моста Уитстона, в плечо которого включается якорь шунтового электродвигателя (фиг. 180) с динамическим сопротивлением $R_{\text{д}}$, и изменяющимся от нагрузки или от тормозящего момента на его валу.



Фиг. 180. Электрическая схема роторного вискозиметра.

Переменное омическое сопротивление R_2 служит для компенсации изменений в цепи моста (главным образом электродвигателя) перед началом изме-

рения, т. е. для установки стрелки гальванометра G на нуль.

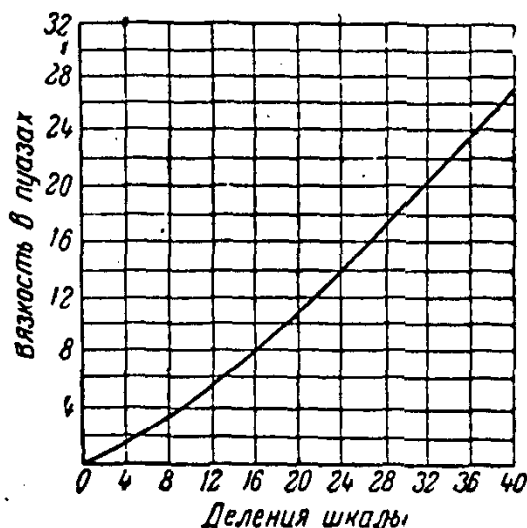
При вращении мотора вхолостую (ротор насадки вынут из стаканчика с клеем) существует равновесие моста, определяемое равенством (фиг. 180).

$$R_{\text{д}}(R_2 + R_5) = R_1(R_3 + R_4),$$

где $R_{\text{д}}$ — динамическое сопротивление электродвигателя;
 R_2 — компенсирующее сопротивление;
 R_1 и R_3 — постоянные омические сопротивления;
 R_4 и R_5 — сопротивление плеч потенциометра.

В этом случае нуль шкалы потенциометра должен совпадать с линией отсчета визириного окошечка на пульте и стрелка гальванометра

должна стоять на нуле. При погружении ротора в клей возрастет тормозящий момент пропорционально вязкости клея, вследствие чего электродвигатель будет расходовать больше тока и сопротивление $R_{\text{д}}$ уменьшится. С уменьшением $R_{\text{д}}$ равновесие моста нарушится и стрелка гальванометра отклонится от нуля. Для восстановления равновесия необходимо увеличивать R_2 поворотом рукоятки потенциометра по часовой стрелке до тех пор, пока стрелка гальванометра не встанет на нуль. Число делений, на которое была повернута шкала потенциометра для восстановления равновесия моста, в относительных единицах будет характеризовать вязкость испытуемого клея.



Фиг. 181. График для перевода делений шкалы роторного вискозиметра в абсолютную вязкость — пуазы.

Абсолютные значения вязкости можно получить по графику (фиг. 181), на котором по оси абсцисс отложены деления, отсчитан-

ные по шкале потенциометра, а по оси ординат — значение вязкости в пузах.

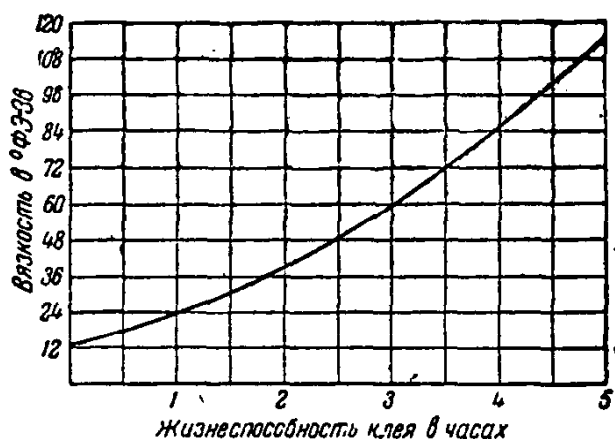
Если ротор убрать из стаканчика, то электродвигатель будет вращаться вхолостую, и его динамическое сопротивление увеличится; равновесие моста снова нарушится. Для восстановления равновесия шкалу потенциометра следует повернуть на нуль, при этом автоматически на нуль встанет и стрелка гальванометра. Вследствие изменения внутренних сопротивлений в электродвигателе стрелка гальванометра может не встать на нуль; тогда нужно подрегулировать компенсирующие сопротивления, и прибор будет вновь готов для следующего измерения. Перед началом измерения электродвигатель необходимо вращать вхолостую в течение не менее 5 мин. Во все время испытания клей должен иметь температуру $20 \pm 1^\circ$, для чего стаканчик с клеем ставят в водяную баню. Прибором можно измерять вязкость в пределах 1—25 пуаз с точностью до 0,25 пуаз.

Рабочая жизнеспособность смоляного клея колеблется в пределах 2—4 час. (фиг. 182).

Нарастание вязкости смоляных клеев при температуре клея до 20° происходит равномерно, а при температуре выше 20° в клее бурно протекает реакция полимеризации с выделением большого количества тепла, в результате чего клей может быстро превратиться в твердую ноздреватую массу. В производстве принято называть это явление образованием «козла».

Свойство клея затвердевать нужно учитывать и не допускать температуру выше 20° . Посуду следует снабжать водяной рубашкой.

Связующую способность смоляных клеев определяют так же, как и казенновых. Клей считается годным для производства при среднем значении временного сопротивления скалыванию 130 кг/см^2 , при минимальном значении одного образца из четырех не ниже 110 кг/см^2 . Смоляные клеи на водопорность не испытываются.



Фиг. 182. Изменение вязкости смоляного клея по времени.

Карбамидные клеи

Фенол — дорогой и дефицитный продукт. Кроме того, смоляные клеи, в особенности клей ВИАМ-БЗ, обладают повышенной вредностью. Поэтому разработаны заменители смоляных клеев — карбамидные клеи на основе мочевино-формальдегидных смол.

Было предложено три клея: клей КМ-1, клей МК-2 и клей КМ-12.

Клей КМ-1 готовится по рецепту:

Мочевино-формальдегидная смола СМС-1	100 вес. ч.
Хлористый аммоний технически чистый к весу сухого остатка смолы	4,2 . . .

Количество хлористого аммония (отвердителя), вводимого в клей, определяется по формуле

$$A = \frac{4,2 \cdot B_c}{100 \cdot 100},$$

где A — вес отвердителя в кг;
 B — вес смолы в кг;
 c — концентрация смолы в %.

Клей КМ-1 вязкая полупрозрачная жидкость, по цвету мало отличающаяся от цвета древесины сосны и ясеня, а потому при слабом освещении равномерность нанесения клея трудно контролируется. Поэтому в него добавляют водорастворимую краску «метилен-голубая» и др. в количестве 2 г на каждые 100 кг смолы, предварительно растворенную в небольшой порции смолы (около 1 кг).

Мочевинно-формальдегидная смола СМС-1 — вязкая полупрозрачная жидкость от светложелтого до буроватожелтого цвета, получается при конденсации мочевины и формальдегида в присутствии аммиака. Удельный вес ее 1,21, содержание сухого остатка в смоле не менее 50%, вязкость 10—40° ФЭ. Содержание свободного формальдегида не более 12%, концентрация водородных ионов 6,0—7,0. Через месяц вязкость смолы может дойти до 60° ФЭ. При неблагоприятных условиях хранения смола СМС-1 быстро набирает вязкость и становится непригодной для производства. Для разведения смолы можно применять этиловый спирт.

Смолу СМС-1 необходимо транспортировать и хранить в чистых, тщательно вымытых или обработанных паром бутылках и бочках при температуре не выше 25°. На каждой бочке и бутылке должна быть бирка с обозначением названия смолы, завода-изготовителя, номера партии, даты изготовления и веса брутто и нетто.*

Клей МК-2 готовится по рецепту:

Стандартный раствор мочевино-формальдегидной смолы СМК-2	100 вес. ч.
100%-ная химически чистая или техническая молочная кислота (отвердитель) к весу сухого остатка стандартного раствора	3,5%
Этиловый спирт к весу сухого остатка стандартного раствора	10%

Количество отвердителя, вводимого в клей, определяется по формуле:

$$A = \frac{3,5Bc}{100E},$$

где A — вес отвердителя в кг;
 B — вес смолы в кг;
 c — концентрация стандартного раствора в %;
 E — концентрация отвердителя в %.

Мочевинно-формальдегидная смола СМК-2 является продуктом реакции мочевины, формальдегида и хлористого цинка.

Выпускается смола в виде гигроскопичного порошка от белого до сероватого цвета с различными оттенками. Порошок просеивается через сито с 56 отверстиями на 1 см.

Вязкость стандартного раствора 20—90° ФЭ, содержание водородных ионов 5,2—7,2. Стандартный раствор готовится при нагреве до 92° С*.

Смола СМК-2 в порошке упаковывается в пятислойные бумажные мешки из кабельной бумаги, сложенной в четыре раза и прошитой с открытой стороны после наполнения их смолой, или в жестяные бан-

* Разрабатывается процесс растворения порошка смолы СМК-2 без нагрева при комнатной температуре.

ки и фанерные барабаны. Вес каждого упакованного мешка 50 кг. К мешку прикрепляется бирка с указанием завода-изготовителя, номера партии, даты выпуска, веса нетто. В мешок или барабан кладется паспорт на смолу.

Клей КМ-12 получается в результате действия сернокислого аммония на смолу М и готовится по рецепту:

Мочевинно-формальдегидная смола М	100 вес. ч.
40%-ный водный раствор сернокислого аммония	3 . . .

Смола М — продукт конденсации мочевины с формальдегидом в нейтральной или слабощелочной среде. Смола — маловязкая жидкость желтого цвета с содержанием свободного формальдегида не более 11%, влаги 38%, водородных ионов 7,1—7,4 и с вязкостью 12—20° ФЭ.

Смолу М транспортировать и хранить следует в оцинкованных бочках и в стеклянных бутылках. На каждой бочке и бутылке должна быть бирка с обозначением названия смолы, завода-изготовителя, номера партии, даты изготовления и веса брутто и нетто.

У карбамидных клеев перед пуском в производство надо определять содержание свободного формальдегида, концентрацию водородных ионов, сухой остаток смолы или стандартного раствора, вязкость смолы, рабочую жизнеспособность и связующую способность клея.

Клей имеет рабочую жизнеспособность в пределах 1½—4 час.; вначале вязкость клея нарастает медленно, затем по истечении определенного времени клей быстро набирает вязкость и превращается в желеобразную массу (фиг. 183). Такой характер нарастания вязкости создает трудности при работе и является существенным недостатком карбамидных клеев.

Связующую способность карбамидного клея определяют так же, как и казеинового.

Клей считается годным для производства при среднем значении временного сопротивления скалыванию не ниже 130 кг/см² (один образец из четырех может иметь временное сопротивление скалыванию 110 кг/см²). Карбамидные клеи на водоупорность не испытываются.

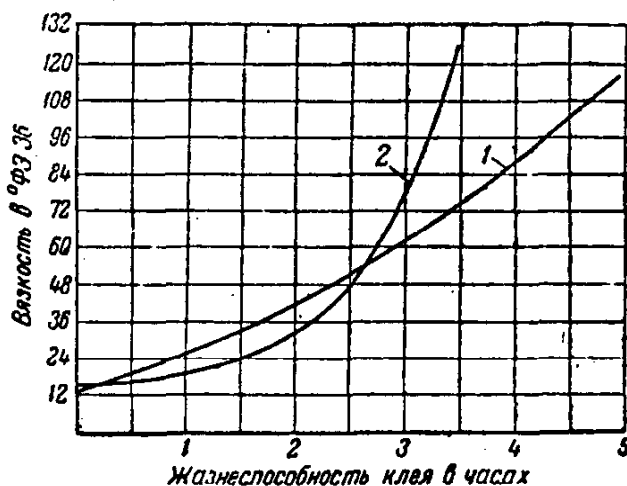
Карбамидные клеи дают водоупорное, абсолютно антисептичное бензо- и маслостойкое клеевое соединение.

Клеи КМ-1, КМ-2 и КМ-12 были испытаны в производственных условиях в период 1941—1943 гг., причем выяснилось, что:

а) приготовление клеев в производственных условиях не представляет трудности; их можно готовить вручную и в механических клеешалках;

б) карбамидные клеи для склейки нужно применять до момента быстрого нарастания вязкости;

в) клей хорошо наносится на склеиваемые поверхности вручную и механическим клеенаносителем;



Фиг. 183. Изменение вязкости смоляных и карбамидных клеев по времени.
1 — смоляные клеи; 2 — карбамидные.

г) склеечные работы должны производиться при температуре у мест склейки не ниже 16°;

д) карбамидные клеи требуют более мягкого подогрева, чем смоляные;

е) карбамидные клеи хорошо себя зарекомендовали на сборочных работах, фанеровке деталей и агрегатов, т. е. там, где имеется свободный выход для выделяющихся при полимеризации клея паров и газов. При выклейке многослойных обшивок из шпона на пневматических прессах с электроподогревом, в особенности сложной конфигурации, карбамидные клеи не дали удовлетворительных результатов. Одной из причин неудовлетворительных результатов является высокий процент содержания влаги в мочевино-формальдегидных смолах (35—40%).

Из карбамидных клеев лучшими следует считать клеи КМ-12 и МК-2.

Для внедрения карбамидных клеев требуется доработка состава и технологии производства мочевино-формальдегидных смол и разработка новой технологии выклейки многослойных обшивок из шпона.

2. ПРИГОТОВЛЕНИЕ КЛЕЕВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЦЕХАХ

Проверенные заводской лабораторией компоненты с визой ОТК завода поступают в клеезаготовительную мастерскую для приготовления клеевого раствора.

Клеезаготовительная мастерская должна иметь отделения:

дозировочное, где происходит разлив, отвешивание и смешение компонентов клея;

раздаточное — для выдачи клеевого раствора;

моечное — для мытья посуды, щеток и кистей;

склад для хранения компонентов клея.

Клеезаготовительную мастерскую следует оборудовать водопроводом, канализацией, отоплением, освещением, общей приточно-вытяжной вентиляцией с местным отсосом от клеемешалок, баков для хранения клея и мест мытья посуды.

Для приготовления клеевых растворов необходимо иметь следующее оборудование.

В дозировочной: клеемешалки с механическим приводом, обеспечивающим скорость вращения лопаток 60—90 об/мин., и со сливными кранами или отверстиями с пробкой для слива приготовленного раствора;

весы чашечные с разновесом на 10 кг;

бачки с водяной рубашкой для непродолжительного хранения готового клея и кружки различной емкости для отвешивания компонентов клея;

термометры для измерения температуры клеевой смеси;

секундомер;

вискозиметр ФЭ-36 с соплом № 2 для определения вязкости клея; часы стенные.

В раздаточной: бачки с водяной рубашкой для хранения готового клеевого раствора перед выдачей в производство; бачки для хранения смоляных и карбамидных клеев снабжаются местным отсосом;

кружки различной емкости для отмеривания клея (200, 300, 500, 1000 см³);

вискозиметр ФЭ-36 с соплом № 2 для определения вязкости клея; секундомер;

часы стенные.

В моечной: баки для мытья посуды с вытяжным коробом, имеющим бортовой отсос загрязненного воздуха;
сушильные шкафы;
баки для мытья кистей;
камеры с подводкой сжатого воздуха для обдувки и сушки кистей после их мытья.

Заказ на приготовление клеевого раствора дается мастерской или участком за 2 часа до его употребления с указанием консистенции, вязкости клея и операции склейки.

Приготовление казеиновых клеев. Казеиновые клеи готовят следующих консистенций:

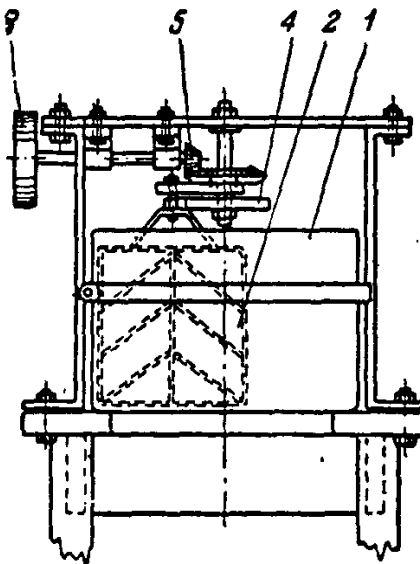
для усовых, торцевых и полуторцевых соединений, а также для приклейки угольников—1:1,8 и 1:1,9, т. е. на одну весовую часть сухого порошка клея добавляется 1,8 или 1,9 весовых частей воды;

для склейки дельта-древеси́ны или ба́линита и в сочетании их с древеси́ной или фанерой—1:1,6 и 1:1,7;

для выклейки обшивок из шпона—1:2,1 и 1:2,2;

для всех остальных операций склейки—1:2.

Для приготовления клея берется чистая питьевая вода с температурой 10—25°. Необходимое количество воды и сухого порошка для приготовления заказанного количества клея нужной консистенции определяется по заранее составленной расчетной таблице, которая должна быть вывешена в дозировочной на видном месте.



Фиг. 184. Клеемешалка для приготовления казеиновых клеев.

1—бак; 2—месительная лопатка; 3—шків привода; 4—вади́ло; 5—ко́ническая передача.

Приготовление клея. В бак клеемешалки (фиг. 184) вливают необходимое количество воды, затем постепенно, при непрерывном перемешивании, прибавляют клеевой порошок. В случае сильного загустевания раствора в первый момент смешивания клеемешалку следует остановить и дать клеевой массе разжижиться, а затем размешивать в обычном порядке до получения однородной массы без комков, что обычно достигается в течение 40—50 мин. По окончании размешивания клеевому раствору дают отстояться 10—15 мин., а затем осторожно с поверхности снимают пену.

Приготавливать и выдавать на рабочие места казеиновый клей можно только в чисто вымытой эмалированной, фарфоровой, луженой или стеклянной посуде.

Приготовление смоляных и карбамидных клеев

Смоляные клеи ВИАМ-БЗ и К-БЗ смешиваются в клеемешалках с водяным охлаждением, обеспечивающим температуру клеевой смеси 15—20° во все время приготовления клея (фиг. 185).

От каждого бака устраивается местный отсос в виде купола, плотно соединяющегося с краями бака. Для заливки компонентов клея и выемки бака борты купола делаются откидными на шарнирах.

При приготовлении клея в бак вливают предварительно отвешенное количество смолы, после чего стенки бака охлаждают холодной

водой из водопровода, затем вливают требуемое количество ацетона (в случае приготовления клея ВИАМ-БЗ) и постепенно, при непрерывном перемешивании, добавляют керосиновый контакт. После вливания контакта бак клеешалки закрывается крышкой и клеевая

смесь в течение 10—15 мин. перемешивается до получения однородного раствора. После 10—15-минутного перемешивания клей сливается в специальные бачки, где он набирает вязкость.

Карбамидные клеи можно готовить в клеешалках без водяной рубашки; порядок приготовления их тот же самый, только вместо ацетона и керосинового контакта в мочевино-формальдегидные смолы (СМС-1; СМК-2 и М) вливается спирт (в случае клея МК-2) и добавляется отвердитель: для клея КМ-1 — хлористый аммоний, для клея МК-2 — молочная кислота и для клея КМ-12 — сернокислый аммоний.

Приготавливать и выдавать на рабочие места смоляные и карбамидные клеи можно только в чисто вымытой эмалированной, фарфоровой, стеклянной, дуралюминовой, из сплавов АМЦ и Б-95 посуде.

Смоляные и карбамидные клеи выдаются в производство с вязкостью:

Для склейки древесины вдоль волокон и дельта-древесины 25—60° ФЭ

Для склейки усовых, торцевых и полуторцевых соединений, а также для сборочных работ 40—70° ФЭ

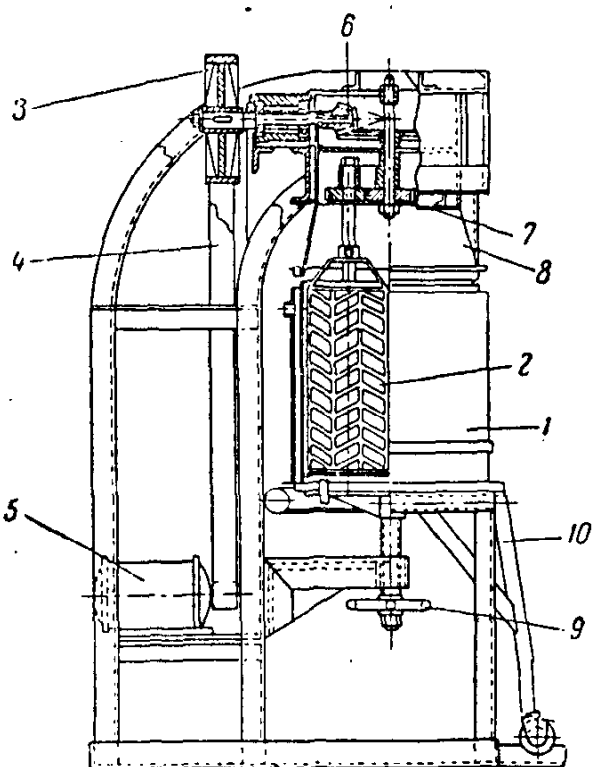
Для выклейки обшивок из шпона 25—40° ФЭ

Вязкость клея измеряется в абсолютных единицах вязкости — пуазах и в градусах ФЭ.

Абсолютной единицей вязкости (пуаз) называется вязкость такой жидкости (клея), в которой сила в одну дину перемещает находящиеся на расстоянии 1 см друг от друга слои жидкости (клея) с поверхностью в 1 см² каждый, один относительно другого, со скоростью 1 см/сек.

Вязкость в градусах ФЭ есть количество секунд, необходимых для истечения 50 см³ клея из вискозиметра ФЭ-36 через сопло № 2 диаметром 5 мм. В том случае, когда диаметр сопла вискозиметра не равен 5 мм, для него устанавливают поправку (константу). Константы сопел устанавливаются по соплу № 2 эталонного вискозиметра ФЭ-36, хранящегося в ВИАМ.

В табл. 26 приведен перевод градусов ФЭ в абсолютную вязкость — пуазы.



Фиг. 185. Клеешалка для приготовления смоляных клеев.

1—бак; 2—месительная лопатка; 3—шквля привода; 4—ременная передача; 5—электродвигатель; 6—коническая передача; 7—привод месительной лопатки; 8—откидной купол; 9—маховичок для подъема и опускания бака; 10—приспособление для откатывания бака.

Перевод градусов ФЭ в пуазы

Вязкость		Вязкость		Вязкость		Вязкость	
°ФЭ	пуазы	°ФЭ	пуазы	°ФЭ	пуазы	°ФЭ	пуазы
3,6	0,34	10,0	1,5	23,2	3,7	47,4	7,7
3,7	0,42	10,8	1,6	24,2	4,0	52,4	8,4
4,0	0,47	11,4	1,7	25,4	4,3	55,0	8,8
4,5	0,52	12,4	1,9	26,2	4,6	58,0	9,5
5,0	0,56	13,2	2,1	28,2	4,7	63,0	10,4
5,8	0,63	14,0	2,2	30,6	4,8	66,2	11,2
6,0	0,74	15,0	2,3	31,4	5,1	70,0	11,7
6,6	0,86	16,6	2,7	33,4	5,3	73,6	12,7
7,0	0,93	18,8	2,8	33,8	5,4	79,6	13,8
7,6	1,0	19,2	2,9	35,2	5,8	83,8	14,4
8,0	1,1	20,0	3,2	37,8	6,3	86,0	14,9
8,6	1,2	21,0	3,4	39,6	6,8	86,2	15,1
9,0	1,3	22,0	3,5	40,0	6,9	114,0	22,1
9,6	1,4	23,0	3,6	42,2	7,1		

3. ТЕХНОЛОГИЯ СКЛЕЕЧНЫХ РАБОТ И ВЫДЕРЖКИ

Характер сцепления клеев с древесиной до сих пор еще не установлен. Одни исследователи утверждают, что связующее действие клея обуславливается механическим соединением его с древесиной, т. е. клеевой раствор, проникая в поры древесины, отвердевает там и прочно соединяется с древесиной. По этой теории крепость клеевого соединения зависит от крепости клея в сухом состоянии и крепости склеиваемой древесины.

Другие исследователи утверждают, что связующее действие клея с древесиной обуславливается главным образом силами поверхностного сцепления между пленкой клея и древесиной. По этой теории крепость клеевого соединения зависит от крепости клея в сухом состоянии, толщины клеевой пленки (клеяного шва) и от свойства прилипания клея к древесине.

Более вероятной можно считать вторую теорию. Подтверждением этому может служить разработанный за последнее время метод склеивания металла с металлом и пластиком, где механическое сцепление почти отсутствует.

Опытом установлено, что крепость клеевого соединения зависит главным образом от толщины клеевого шва, а глубина проникновения клея в древесину не имеет существенного значения. Наиболее прочное клеевое соединение получается при толщине клеевого шва около 0,1 мм, при этом сила взаимного поверхностного сцепления между клеем и деревом достигает максимальной величины и превышает внутренние силы сцепления частиц дерева. При этом клеевой шов разрушается по древесине, а не по клею.

Колебание толщины клеевого шва снижает крепость клеевого соединения.

Крепость клеевого соединения при казенных, смоляных и карбамидных клеях не зависит от породы склеиваемой древесины. При испытании на скалывание вдоль плоскости склеивания крепость клеевого соединения обычно превышает крепость древесины самых проч-

ных пород. Крепость же клеевого соединения древесины более прочных пород увеличивается в соответствии с крепостью самой древесины.

Влажность древесины перед склейкой

Содержание влаги в древесине сильно влияет на качество клеевого соединения, работающего в переменных атмосферных условиях. Склеенная деталь должна иметь влажность, соответствующую равновесной влажности древесины в условиях эксплуатации. При нарушении этого условия деталь будет усыхать или разбухать. Вследствие деформации древесины в местах склейки возникают сильные напряжения, которые могут разрушать клеевое соединение.

Повышение влажности склеенной детали, а следовательно, и разбухание древесины не так опасно для клеевого соединения, как коробление (усадка) древесины, вызываемое понижением влажности. Поэтому перед склейкой древесина должна быть достаточно сухой. Опытом установлено, что влажность древесины авиационных деталей перед склейкой должна быть в пределах 7—10%, фанеры бакелитовой и смоляной склейки 6—9%, фанеры, склеенной белковыми клеями, 6—12% и дельта-древесины 4—6%.

Состояние склеиваемых поверхностей

Склеиваемые поверхности должны обеспечивать:

- а) плотное прилегание при соединении деталей;
- б) возможность создания равномерного по толщине клеевого слоя;
- в) устранение с поверхности блестящего слоя, получающегося при производстве пластиков и фанеры от металлических прокладок.

Склеиваемые поверхности по всей длине и ширине должны быть простроганы так, чтобы длина волны была не более 3,0—3,5 мм при глубине 0,02 мм. Такую поверхность можно получить при строжке на хорошо налаженном рейсмусовочном станке, ножевой вал которого делает 5000—6000 об/мин. при скорости подачи 8—10 м/мин.

Во избежание коробления и загрязнения материала окончательную обработку его рекомендуется производить непосредственно перед склейкой.

Склеиваемые поверхности деталей из дельта-древесины и балинта после прифуговки обрабатываются на пескоструйном аппарате или шлифуются наждачной бумагой № 0-2 на ленточношлифовальном станке до получения равномерной шероховатости. Пыль удаляется щетинной щеткой и не менее чем за 10—15 мин. до склейки поверхность протирают тряпкой, смоченной в ацетоне или бензине. Глянцевую поверхность фанеры (от металлических прокладок) слегка зачищают циклей, снимая слой толщиной до 0,1 мм.

Цинубить древесину перед склейкой не рекомендуется, так как это не только не увеличивает крепость склейки, но иногда и ухудшает ее, так как затрудняет образование равномерного по толщине клеевого слоя, и выступающие тонкие полоски древесины понижают крепость клеевого соединения.

Нанесение клеевого раствора на склеиваемые поверхности

Температура и относительная влажность воздуха в склеечном помещении должны обеспечивать равновесную влажность древесины до склейки 7—10%, а от склейки до лакокрасочного покрытия — 8—12%.

Склеечные работы с применением смоляных и карбамидных клеев рекомендуется проводить при температуре 16—30°, а с применением

казеиновых клеев — 12—30°. Можно склеивать и при более низких температурах, но продолжительность выдержек при этом значительно увеличивается.

Готовый клеевой раствор смоляных клеев выдается на рабочие места при температуре в цехе до 20° в обычных клеянках емкостью, соответствующей расходу клея в течение 2—3 час. работы. При температуре в цехе выше 20° клеевой раствор выдается в специальных клеянках с двойными стенками, между которыми вливается холодная вода для поддержания температуры клея 15—20° (фиг. 186). Клеянки перед наполнением их свежим клеевым раствором должны быть тщательно очищены от остатков застывшего клея и чисто вымыты.

Смоляные и карбамидные клеи применяются со следующей вязкостью:

а) для склейки древесины вдоль волокон и дельта-древесины 25—90° ФЭ;

б) для склейки усовых торцевых и полоторцевых соединений, а также для сборочных работ 40—120° ФЭ;

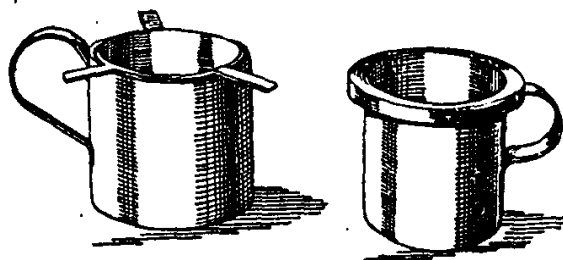
в) для выклейки обшивок из шпона 25—60° ФЭ.

Клей наносится на склеиваемые поверхности щетинными или лубяными кистями, или вальцовыми клеенаносителями ровным тонким слоем без пропусков по всей поверхности, движением кисти или валика в одну сторону во избежание вспенивания. Размеры щеток и кистей должны соответствовать ширине склеиваемых деталей. Вымытые после нанесения казеинового клея кисти для предупреждения развития грибков надо хранить в 1%-ном растворе карболовой кислоты.

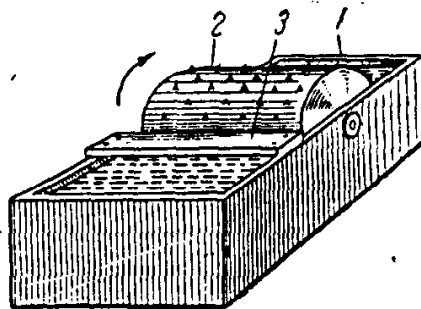
Лубяные кисти широко применяются из-за их дешевизны и простоты изготовления. Способ изготовления их заключается в следующем: луб коры липы распаривают в горячей воде и размягченный конец разбивают деревянным молотком до расслоения его на отдельные волокна, а затем расчесывают гребенкой или доской с наколоченными гвоздями для удаления перебитых волокон. Обработанный конец луба подрезают ножом или стамеской так, чтобы длина разбитых волокон была 10—20 мм.

Клеенаносители применяются одно- и двухвальцовые. Одновальцовый клеенаноситель для казеинового клея изображен на фиг. 187. Он состоит из деревянного ящика с полукруглым фанерным дном. В ящике помещается деревянный валик, на поверхности которого на расстоянии 15—20 мм друг от друга набиты шпильки, выступающие над поверхностью валика на 2,0—2,5 мм. При вращении валика шпильки подхватывают из ящика клей и ровным слоем наносят его на склеиваемую поверхность. Толщина наносимого клея регулируется положением деревянной планки.

Наносить клей на обе поверхности детали можно механическим двухвальцовым клеенаносителем (фиг. 188). Толщина клеевого слоя



Фиг. 186. Клеянки с охлаждающей рубашкой.

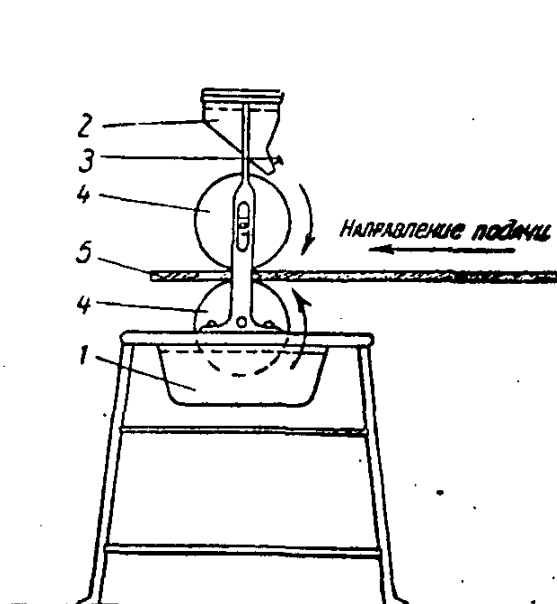


Фиг. 187. Одновальцовый клеенаноситель для казеиновых клеев.
1—деревянный ящик; 2—валик со шпильками; 3—деревянная планка.

регулируется взаимным положением вальцов. При нанесении клея на одну поверхность детали верхний резервуар с клеем отключается.

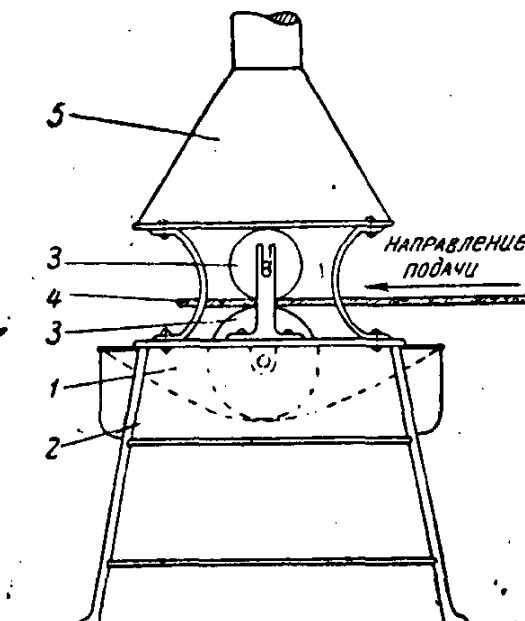
Клеенаносители для смоляных и карбамидных клеев снабжаются водяной рубашкой и вытяжным устройством (фиг. 189).

Склеивание бывает с односторонним нанесением клея — клей наносится на одну из склеиваемых поверхностей и с двухсторонним — клей наносится на обе склеиваемые поверхности. Одностороннее нанесение применяется при склейке деталей вдоль волокон древесины хвойных пород и широких поверхностей (более 60 мм) твердых лиственных пород. Двухстороннее нанесение клея применяется при склейке



Фиг. 188. Двухвальцовый клеенаноситель для казеиновых клеев.

1—нижний резервуар с клеем; 2—верхний резервуар с клеем; 3—задвижка; 4—вальцы; б—пропускаемая через вальцы деталь.



Фиг. 189. Двухвальцовый клеенаноситель для смоляных и карбамидных клеев.

1—резервуар с клеем; 2—охлаждающая рубашка; 3—вальцы; 4—пропускаемая через вальцы деталь; б—вытяжное устройство.

на-ус, торцевых и полуторцевых соединений, при приклейке фанеры и скорлупы, при склейке узких деталей (до 60 мм) из твердых лиственных пород, при приклейке мелких деталей с небольшой площадью склейки (угольники, накладки, бобышки и на сборочных работах) независимо от породы и направления волокон на склеиваемых поверхностях, при склейке дельта-древесины и балинита или в сочетании их с древесиной и фанерой в зависимости от ширины деталей и направления волокон на склеиваемых поверхностях.

Установлены следующие нормы расхода клея для склейки деревянных авнадеталей:

Смоляные и карбамидные клеи

При одностороннем нанесении	180—250 г/м ²
При двухстороннем нанесении	250—340 "
При выклейке обшивок из шпона	350—400 "

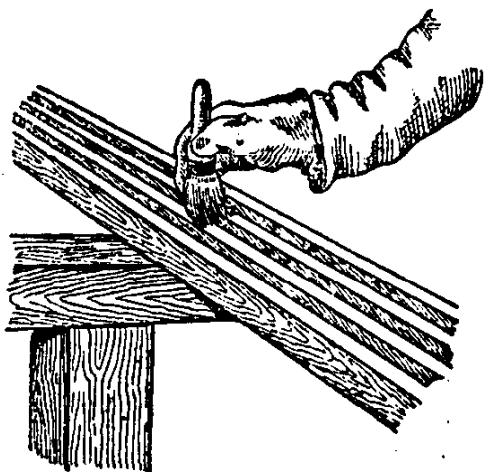
Казеиновые клеи

При одностороннем нанесении	150—200 г/м ² сухого порошка
При двухстороннем нанесении	230—340 " " "
При выклейке обшивок из шпона	150—200 " " "

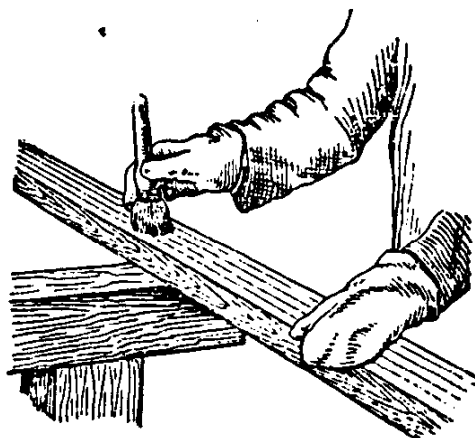
При склейке дельта-древесины и балинита расход клеевого порошка увеличивается на 10—15%.

Названные выше нормы расхода клея можно значительно сократить, применив одностороннее нанесение клея, там, где это возможно без ущерба качеству, механическое нанесение клея как более экономичное и повысив культуру производства склейки.

Приведем один пример, характеризующий влияние культуры производства на расход клея. На одном из заводов планки, из которых склеивался по ширине щиток, имели самую различную ширину и клей приходилось наносить на каждую планку индивидуально (фиг. 190).



Фиг. 190. Нанесение клея на планки различной ширины при склейке щитков.



Фиг. 191. Нанесение клея на планки одинаковой ширины при склейке щитков.

Один рабочий предложил склеивать щитки из планок, подобранных по ширине. Клей стали наносить на планки одинаковой ширины, как показано на фиг. 191. При этом, кроме повышения производительности, снизился расход клеящего материала.

4. ЗАПРЕССОВКА И ВЫДЕРЖКИ

Для получения прочного клеевого соединения клеевой раствор, нанесенный на склеиваемую поверхность, в момент запрессовки должен иметь вязкость, обеспечивающую при давлении пресса получение клеевого шва нормальной толщины.

Обычно готовые смоляные, карбамидные и казеиновые клеи не имеют достаточной вязкости, допускающей немедленную запрессовку после нанесения их на древесину. Для доведения клеевого раствора до определенной вязкости с тем, чтобы он при запрессовке не вытекал, и для пропитки клеем древесины, необходимо давать следующие выдержки:

От момента нанесения клея до момента соединения склеиваемых поверхностей — так называемая открытая пропитка:

Для казеиновых клеев 2—6 мин.

Для смоляных и карбамидных клеев 4—15 .

От момента соединения склеиваемых поверхностей до момента запрессовки — так называемая закрытая пропитка:

Для казеиновых клеев 4—18 мин.

Для смоляных и карбамидных клеев 5—25 .

Склеиваемые детали после открытой и закрытой пропиток запрессовываются с удельным давлением $0,5—5,0 \text{ кг/см}^2$ в зависимости от

породы древесины, ширины склеиваемых поверхностей, конструкции детали и вязкости клея. Для узких деталей рекомендуется меньшее давление, чем для широких.

Для твердых лиственных пород, дельта-древесины и балинита необходимо более высокое давление. Для ажурных конструкций (фанеровка каркасов оперения, а в некоторых типах самолетов и крыла), во избежание повреждения отдельных элементов, применяется удельное давление 0,5—1,0 кг/см².

В табл. 27 приведены рекомендуемые при запрессовке удельные давления для характерных случаев склейки.

Таблица 27

Удельные давления при запрессовке склеиваемых деталей

Наименование склеиваемых деталей	Удельное давление кг/см ²
Склейка полок лонжеронов, стрингеров, бобышек из:	
а) хвойных пород	2,0—3,0
б) твердых лиственных пород	3,0—4,0
в) дельта-древесины	4,0—5,0
Приклейка фанеры березовой к:	
а) каркасу лонжеронов из древесины	2,0—3,0
б) каркасу лонжеронов из дельта-древесины	4,0—5,0
в) каркасу крыла, оперения и других ажурных деталей	0,5—3,0*
г) каркасам нервюр, шпангоутов и других деталей с мелким сечением	1,0—1,5
Склейка болванок винтов	4,0—5,0
Склейка каркаса коробчатого лонжерона	2,0—3,0

Давление при запрессовке должно распределяться равномерно по всей склеиваемой поверхности. При запрессовке струбцинами и винтовыми прессами во избежание порчи деталей необходимо применять жесткие прокладки. Для уменьшения пристаивания клея к плазам, шаблонам и сулагам их следует смазывать воском или парафином со скипидаром, нитроклеем АК-20, а в отдельных случаях подкладывать под детали металлические прокладки или бумагу. В случае применения карбамидных клеев плазы, шаблоны и сулаги можно покрывать меловым раствором.

Продолжительность выдержки склеиваемых деталей под прессом зависит от применяемого клея, склеиваемого материала и температуры у мест склейки.

При распрессовке деталей крепость клеевого соединения должна уравнивать напряжения, возникающие в деталях после снятия пресса вследствие сил упругости, и напряжения, возникающие при обработке склеенных деталей.

В табл. 28 приведены минимальные сроки выдержки склеиваемых деталей в запрессованном состоянии, рекомендуемые ВИАМ.

Все склеенные детали после распрессовки выдерживаются до механической обработки в производственных цехах при температуре воздуха не ниже 16° и влажности воздуха, обеспечивающей равновесную влажность древесины 8—12%. Продолжительность свободной выдерж-

* В зависимости от жесткости каркаса и ширины его элементов.

Таблица 28

**Минимальные сроки выдержки склеиваемых деталей
в запрессованном состоянии**

Детали и операции склейки	Минимальные сроки выдержки в запрессованном состоянии, часы			
	для казен- новых клеев	для смоляных клеев		
		при $t=16-20$	при $t=26-20$	при $t=21-25$ $t=26-30^\circ$
Прямолнейные детали из древесины хвой- ных пород	3—4	5	4	3
Прямолнейные детали из древесины твер- дых лиственных пород и фанеры или со- четание их с древесиной хвойных пород	4—5	6	5	4
Детали, склеиваемые из древесины и фанеры с одновременным холодным гнутьем	6—10	10	8	6
Детали, склеиваемые из дельта-древесиной в сочетании с фанерой и древесиной	6	10	8	6
Детали, склеиваемые из дельта-древесиной	—	12	10	8

ки зависит от склеиваемого материала, применяемого клея, количества фуг, профиля деталей и характера последующей обработки.

Для смоляных и карбамидных клеев установлены следующие сроки свободной выдержки в часах:

При обработке вручную	6—12
При обработке на станках	12—18
Для деталей из дельта-древесиной в сочетании с фанерой и дре- весиной	12—18
Для деталей из дельта-древесиной	18—24

Сроки свободной выдержки до механической обработки для казен-
новых клеев приведены в табл. 29.

Продолжительность выдержки склеиваемых деталей в запрессован-
ном и свободном состоянии можно значительно сократить применением
подогрева, о чем будет сказано подробно в специальной главе.

Виды запрессовок, применяемых при склейке

Запрессовка при склеивании может быть осуществлена грузом,
пружинами, гвоздями, резиновыми тросами, клиньями, эксцентриками,
рычажными приспособлениями, винтовыми, гидравлическими и пнев-
матическими прессами.

На самолетных заводах применяются почти все эти виды запрес-
совок, но наилучшей является запрессовка в пневматических и гид-
равлических прессах. В них давление распределяется равномерно по
всей склеиваемой поверхности и имеется возможность регулировать
давление в нужных пределах. Остальные виды запрессовок не обес-
печивают равномерности давления по склеиваемой поверхности и ре-
гулировки удельного давления, вследствие чего не всегда получается
склейка хорошего качества.

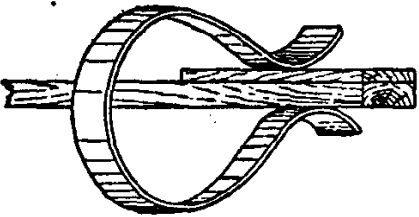
**Свободная выдержка до механической обработки деталей,
склеенных казеиновым клеем**

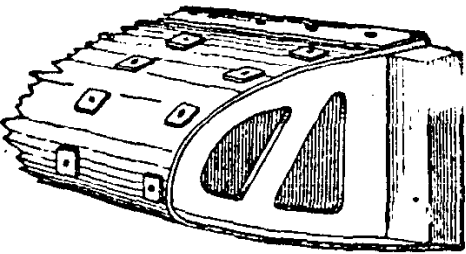
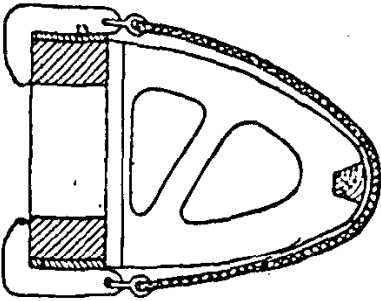

Наименование операций	Характер последующей обработки	Свободная выдержка в часах
Склеивание планок на-ус для полок лонжеронов и стрингеров:	На строгальных или фрезерных станках	
а) из хвойных пород		12—15
б) из твердых лиственных пород		18—24
Склеивание фанеры на-ус	Зачистка вручную	8—12
Склеивание планок в щитки для полок лонжеронов из хвойных пород	Строгание на станке	12—18
Склеивание полок лонжеронов и стрингеров из планок и секций:		
а) из хвойных пород	Строгание на станке	12—18
б) из твердых лиственных пород	То же	18—32
в) из дельта-древесины с фанерой и сосной		24—48
Склеивание бобышек из сосны, ели и пихты с фанерой	Обработка на станке	12—48
Склеивание каркасов и лонжеронов крыла с постановкой бобышек, диафрагм, распорок:		
а) из хвойных и лиственных пород	Строгание вручную	12—18
б) из дельта-древесины с фанерой	То же	18—24
Приклеивание фанерных стенок к каркасу лонжерона		8—12
Выклеивание дужек шпангоутов и нервюр из планок мелких сечений толщиной 2—3 мм:		
а) при толщине дужек до 10 мм	Строгание на станке или вручную	18—32
б) при толщине дужек свыше 10 мм	То же	24—48
Сборка каркасов нормальных и усиленных нервюр и шпангоутов		4—8
Приклеивание фанерных стенок к каркасам нервюр и шпангоутов		4—8

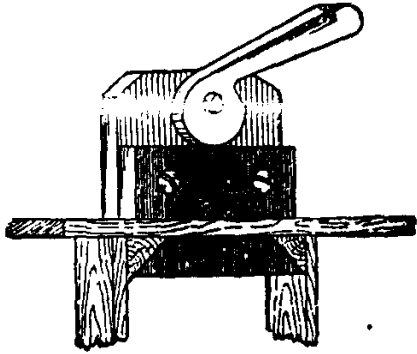
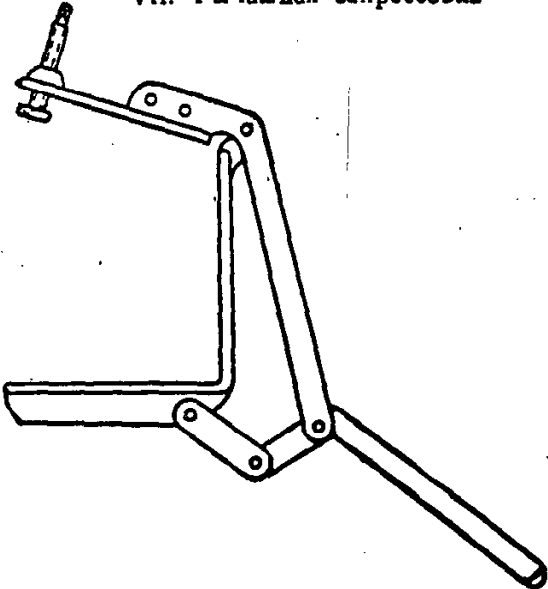
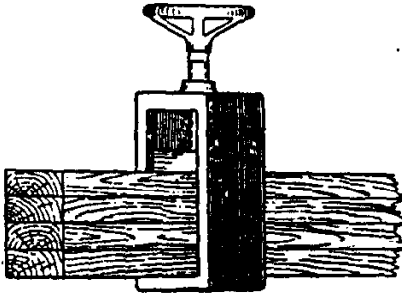
В табл. 30 приведена характеристика и область применения каждого вида запрессовки.

Таблица 30

Характеристика основных видов запрессовок, применяемых при склейке.

Наименование и эскиз запрессовки	Краткая характеристика
<p>I. Грузовая запрессовка</p> 	<p>Применяется только в кустарном производстве и на опытных заводах при склейке плоских и с большим радиусом кривизны деталей. Не обеспечивает хорошего качества склейки</p> <p>Положительные стороны:</p> <p>простота запрессовки при склейке плоских деталей; не требуется специального оборудования</p> <p>Отрицательные стороны:</p> <p>невозможно создать равномерное давление и регулировать величину удельного давления</p> <p>громоздкость и трудоемкость работы;</p> <p>низкая производительность;</p> <p>ограниченная возможность применения;</p> <p>образуются провалы на приклеиваемых обшивках;</p> <p>низкая культура производства</p>
<p>II. Запрессовка пружинами</p> 	<p>Применяется при склейке небольших деталей простой формы. Рекомендуется для запрессовки угольников и мелких бобышек</p> <p>Положительные стороны:</p> <p>простота, быстрота и удобство запрессовки</p> <p>Отрицательные:</p> <p>нельзя создать равномерное давление и трудно регулировать величину удельного давления;</p> <p>невозможно создать большие давления, нужные при склеечных работах;</p> <p>нельзя склеивать детали с большими площадями.</p>

Наименование и эскиз запрессовки	Краткая характеристика
<p>III. Гвоздевая запрессовка</p> 	<p>Применяется в кустарном производстве и на опытных заводах, а также при склейке деталей сложной конфигурации на средних и крупносерийных заводах. Не всегда дает склейку хорошего качества</p> <p>Положительные стороны:</p> <ul style="list-style-type: none"> простота запрессовки; можно запрессовывать детали любой конфигурации; не требуется специального оборудования <p>Отрицательные:</p> <ul style="list-style-type: none"> невозможно создать равномерное давление и регулировать величину удельного давления; низкая производительность; большой расход гвоздей; остаются отверстия и разбиваются детали с малым сечением (стрингеры, полки нервюр, шпангоуты и др.); низкая культура производства
<p>IV. Запрессовка резиновыми тросами</p> 	<p>Применяется в кустарном производстве и на опытных заводах</p> <p>Положительные стороны:</p> <ul style="list-style-type: none"> простота эксплуатации; не требуется специального оборудования <p>Отрицательные:</p> <ul style="list-style-type: none"> невозможно создать равномерное давление и регулировать величину удельного давления; нельзя непосредственно запрессовывать вогнутые поверхности; неудобства и опасности в работе для обслуживающего персонала; низкая культура производства
<p>V. Клиньевая запрессовка</p> 	<p>Применяется в кустарном производстве и на опытных заводах, а также при склейке щитков и других деталей в средне- и крупносерийном производстве как отсталый вид запрессовки. Не обеспечивает склейку хорошего качества</p> <p>Положительные стороны:</p> <ul style="list-style-type: none"> простота и быстрота запрессовки <p>Отрицательные:</p> <ul style="list-style-type: none"> невозможно создать равномерное давление и регулировать величину удельного давления; низкая культура производства

Наименование и эскиз запрессовки	Краткая характеристика
<p>VI. Запрессовка эксцентриками</p> 	<p>Применяется на сборочных шаблонах, плазах и для запрессовки мелких деталей при сборке агрегатов</p> <p>Положительные стороны:</p> <p>быстрота и простота запрессовки</p> <p>Отрицательные:</p> <p>невозможно создать равномерное давление и регулировать величину удельного давления</p>
<p>VII. Рычажная запрессовка</p> 	<p>Применяется на сборочных работах</p> <p>Положительные стороны:</p> <p>быстрота и простота запрессовки;</p> <p>можно приблизительно регулировать удельное давление</p> <p>Отрицательные:</p> <p>невозможно создать равномерное давление на большой площади; из-за сложности запрессовки ограничено применение</p>
<p>VIII. Винтовая запрессовка</p> 	<p>Применяется (винтовые прессы, струбцины, хомуты) почти на всех операциях склейки</p> <p>Положительные стороны:</p> <p>возможно приблизительно регулировать удельное давление;</p> <p>простота эксплуатации</p> <p>Отрицательные:</p> <p>трудно создать равномерное давление;</p> <p>при большом количестве винтов требуется много времени на запрессовку</p>

Наименование и эскиз запрессовки	Краткая характеристика
<p data-bbox="312 315 686 371">IX. Гидравлическая и пневматическая запрессовка</p> 	<p data-bbox="975 315 1469 427">Может применяться для всех видов склейки, кроме сборки каркасов деталей и агрегатов, где прессы трудно выполнить конструктивно</p> <p data-bbox="975 456 1469 696">Положительные стороны: точная регулировка удельного давления с помощью манометра; можно получить любое давление в нужных для склеечных работ пределах; быстрота запрессовки; простота эксплуатации</p> <p data-bbox="975 725 1469 920">Отрицательные: гидравлической запрессовки в случае неисправности трубопровода, подводящего воду, склеиваемая деталь может быть облита водой</p> <p data-bbox="975 949 1469 1099">пневматической запрессовки требуется сеть для сжатого воздуха или специальная компрессорная установка</p>

5. ДЕФЕКТЫ СКЛЕЙКИ И ПРИЧИНЫ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ

В производственной практике наиболее часто встречаются следующие дефекты:

1. Местные непроклейки — неплотные прилегания склеенных поверхностей друг к другу, образующиеся в результате плохой подгонки склеиваемых поверхностей, местных загрязнений, недостаточного давления при запрессовке, преждевременной, т. е. до запрессовки, полимеризации или затвердевания клея на склеиваемых поверхностях.

Преждевременная полимеризация клея может происходить вследствие применения клея на верхнем пределе его рабочей жизнеспособности, при длительном процессе склейки до запрессовки и при высокой температуре склеечного помещения (больше 20°), а также при нанесении клея на детали или шпон, находящиеся на теплом шаблоне или болване.

Местные непроклейки, уменьшая площадь склеивания, понижают прочность детали, а поэтому они в готовом изделии допускаются с ограничениями (не более 5% площади склеивания).

2. Трещины по клеевому соединению или по древесине вблизи клеевого соединения образуются в результате внутренних напряжений, возникающих вследствие склеивания деталей из древесины с повышенной влажностью и последующей выдержки при высокой температуре и низкой относительной влажности воздуха, а также интенсивного и длительного подогрева склеиваемых деталей и склеивания деформированных заготовок.

Трещины по клеевому соединению и древесине в авиационных деталях не допускаются.

3. Слабое сцепление склеиваемых поверхностей (пониженная прочность клеевого соединения) может быть результатом применения некондиционного клея и применения клея пониженной вязкости, а также недостаточной открытой пропитки.

Слабое сцепление является скрытым дефектом, а потому необходимо особенно тщательно устранять причины его образования.

4. Голодная склейка (клеевая пленка тонкая, местами прерывающаяся) образуется вследствие применения клея малой вязкости, склеивания без открытой пропитки и чрезмерного давления при запрессовке.

5. Жирная склейка (толстая клеевая пленка) образуется вследствие применения клея повышенной вязкости, продолжительной открытой пропитки при повышенной температуре помещения, недостаточного давления при запрессовке и плохой подгонки склеиваемых поверхностей.

Жирная склейка характеризуется хрупким клеевым соединением и значительно ослабляет прочность детали.

6. Образование пузырей на клеевой пленке происходит при резком повышении температуры клеевого соединения.

Во избежание этого дефекта температуру клеевого соединения при подогреве склеиваемых деталей следует повышать постепенно с тем, чтобы не было интенсивного газо- и парообразования в клеевой пленке. С этой же целью запрессованным деталям дают выдержку до подогрева не менее 10 мин., в течение которой летучие вещества постепенно удаляются из клеевой пленки.

Образование пузырей чаще наблюдается при склейке карбамидными и казенновыми клеями, так как они имеют повышенное содержание воды.

7. Пережоги могут появиться в результате применения неисправных или нетарированных нагревателей с высокой температурой нагрева и длительных выдержек с включенным нагревателем, превышающих выдержки, установленные технологией. При пережоге клеевое соединение принимает красно-бурый или черный цвет.

Пережог в авиационных деталях не допускается, так как ведет к ослаблению клеевого соединения и ускоряет старение клея.

6. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СКЛЕЙКИ

Качество склейки контролируется следующими способами:

1. Осмотром фуг по внешнему виду невооруженным глазом и через лупу. Толщина фуги по всему клеевому соединению должна быть 0,1—0,2 мм. Местные утолщения и вздутия, наполненные клеем, или прерывистая клеевая пленка являются признаком дефекта склейки.

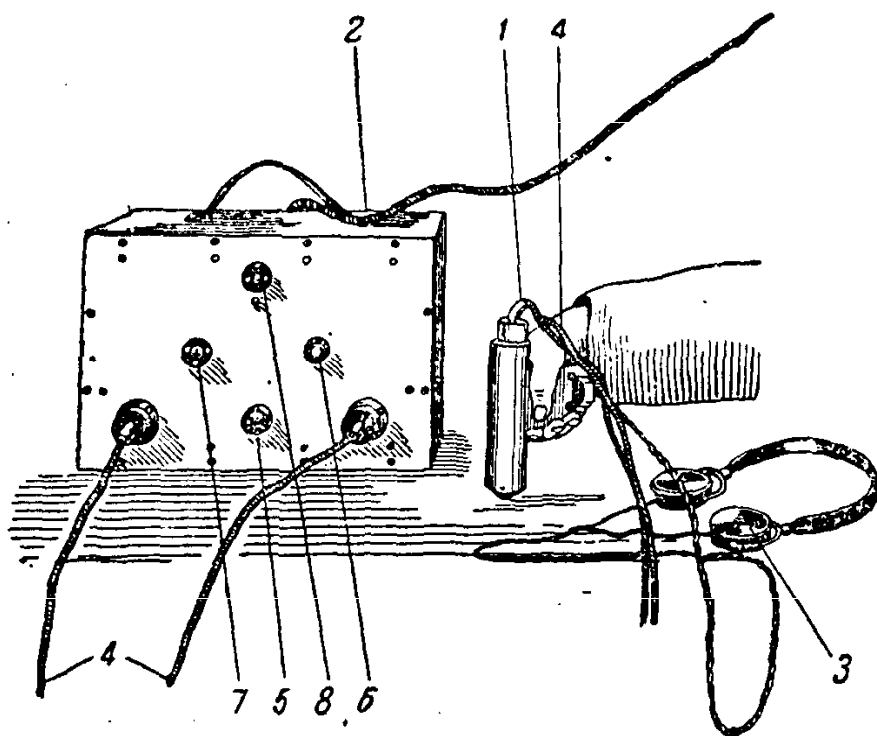
2. Простукиванием обшивок по местам приклейки ее к каркасу. Местные непроклейки в соединениях обшивок с каркасом крыла, центроплана и оперения можно выявлять вибрационным электрическим прибором проф. Соколова или дефектоскопом ВЭД-43. Количество и величина непроклеек, допускаемых в готовом изделии, определяются техническими условиями.

3. Периодическим разрушением при помощи стамески и молотка отрезков из припусков деталей. Разрушение склеенных отрезков по древесине является признаком хорошей склейки.

4. Испытанием на скалывание по склейке образцов, изготовленных из припусков деталей (там, где это возможно). Временное сопротивление скалыванию у клеевого соединения должно удовлетворять требованиям технических условий на клей.

5. Разрушением отдельных изделий в установленном количестве. Качество склейки определяется характером разрушения склеенных деталей.

6. Статическим испытанием деталей и агрегатов.

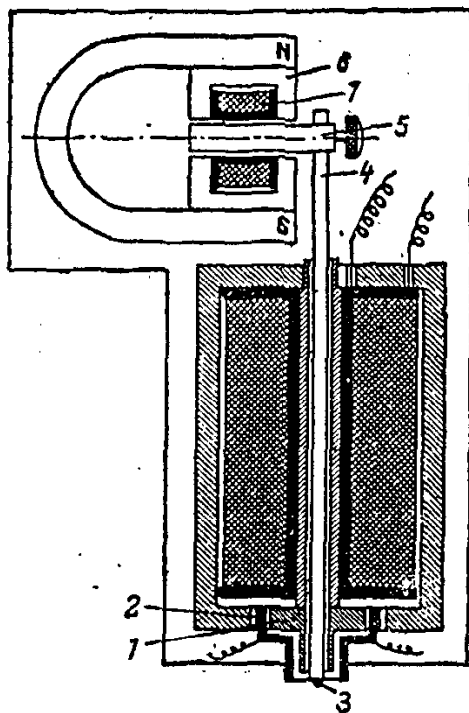


Фиг. 192. Общий вид прибора проф. Соколова.

1—индикатор вибрации, 2—ламповый усилитель, 3—головной телефон, 4—соединительный двойной шланг, 5—переключатель для регулирования величины интенсивности работы вибратора, 6—потенциометр, 7—сетевой выключатель, 8—сигнальная лампочка.

Прибор проф. Соколова

Прибор проф. Соколова (фиг. 192) имеет индикатор вибрации, ламповый усилитель, головной телефон и соединительный двойной шланг.



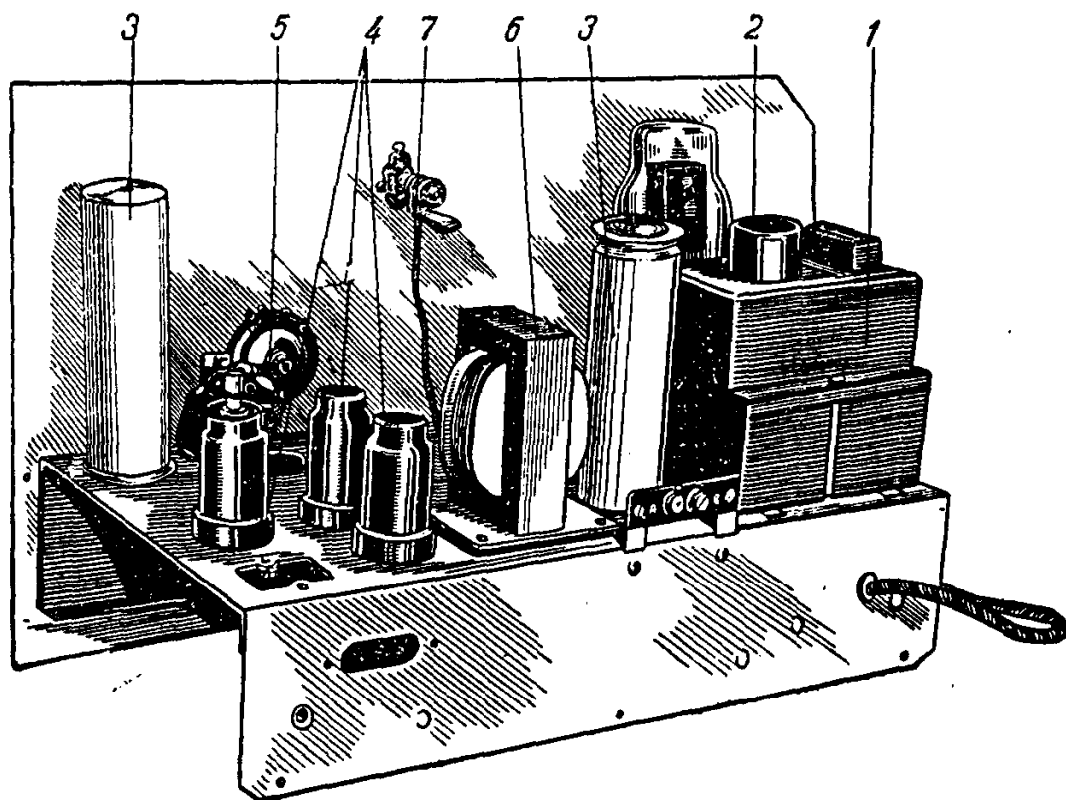
Фиг. 193. Индикатор вибрации.

1—подвижная катушка, 2—обмотка подвижной катушки, 3—ударник, 4—стальная игла, 5—подвижный якорь, 6—магнитная цепь, 7—намотка якоря.

Индикатор вибрации. Индикатор вибрации (фиг. 193) объединяет устройства, возбуждающие вибрацию и принимающие возбуждаемые колебания. Возбуждающее устройство представляет собой электродинамический прибор, подвижная катушка которого питается переменным током с частотой 50 периодов и перемещается в радиальном магнитном поле. Катушка оканчивается ударником, который ударяет по исследуемой поверхности с частотой 50 периодов в секунду. Устройство, принимающее возбуждаемые вибрации, состоит из длинной стальной иглы, подвижного якоря, связанного с иглой, и магнитной цепи.

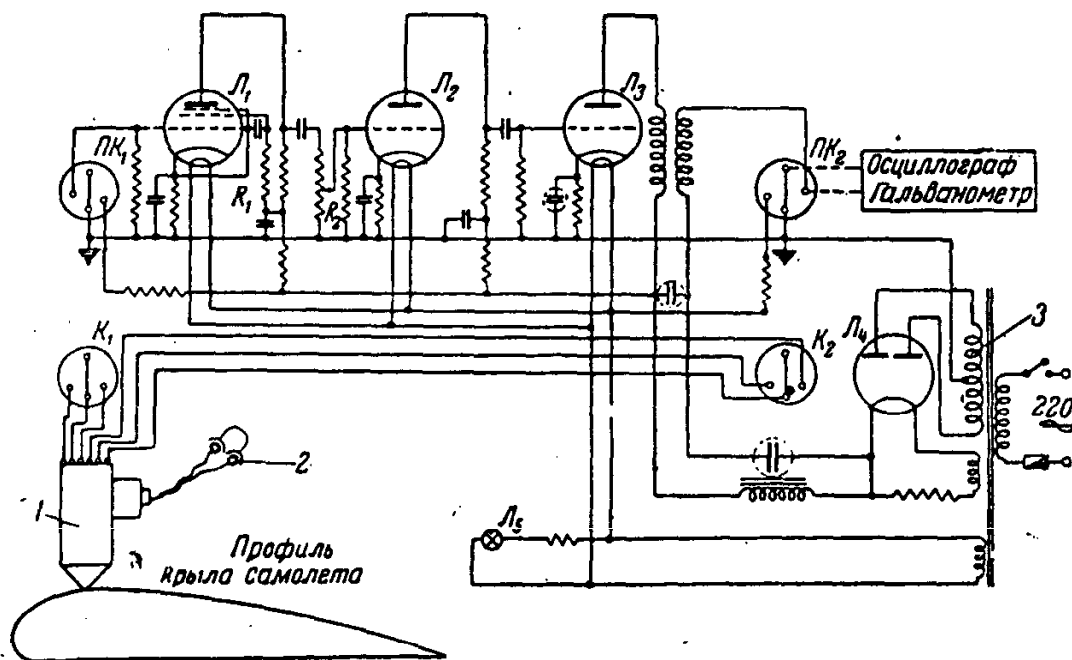
Ламповый усилитель смонтирован на металлическом шасси (фиг. 194).

На фиг. 195 показана общая электрическая схема прибора проф. Соколова. Индикатор включается в усилитель при помощи трех колодок,



Фиг. 194. Ламповый усилитель прибора проф. Соколова.

1—сетевой трансформатор, 2—колодка для переключения трансформатора на напряжение 110, 127 и 220 в; 3—электролитический конденсатор фильтра выпрямителя, 4—лампы усилителя, 5—потенциометр, 6—выходной трансформатор; 7—сигнальная лампочка.



Фиг. 195. Общая электрическая схема прибора проф. Соколова.

1—индикатор, 2—головной телефон, 3—трансформатор.

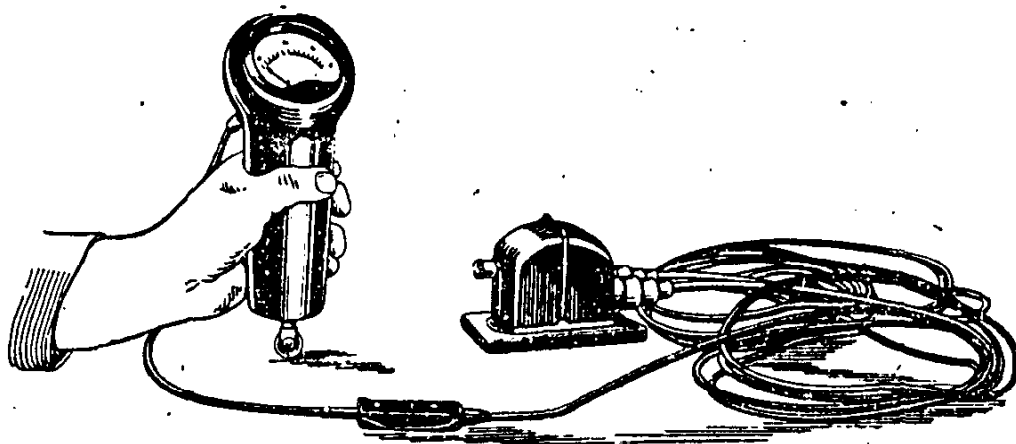
одна из которых имеет шесть рабочих штырьков и включается в панель на вибраторе, а две другие K_1 и K_2 — в панели усилителя $ПК_1$ и $ПК_2$. Вся схема питается от сети переменного тока через трансформатор $З$ и выпрямитель $Л_4$. Напряжение для возбуждения, вибратора берется от обмотки накала лампы и подается на панель $ПК_2$ к гнездам колодки K_2 через сопротивление. Напряжение, возникающее на обмотке приемника индикатора, подводится через колодку K_1 и панель $ПК_1$ на вход усилителя. Подведенное от индикатора напряжение усиливается трехкаскадным усилителем $Л_1, Л_2, Л_3$ и через панель $ПК_2$ и колодку K_2 подводится к телефону. При наличии осциллографа или гальванометра напряжение для них берется от этой же цепи через выпрямитель. Усиление в приборе регулируется с помощью потенциометра R_2 , а интенсивность работы вибратора — с помощью сопротивления R_1 скачкообразно на три положения.

Прибор проф. Соколова испытан в производственных условиях и дал положительные результаты.

Вибрационный электрический дефектоскоп ВЭД-43

Вибрационный электрический дефектоскоп (фиг. 196) состоит из вибратора, индуктора, измерительного прибора и преобразователя тока.

Вибратор (фиг. 197) помещается в нижней части прибора и состоит из ярма 1, сердечника 2 с обмоткой 3 и якоря 4 со щупом 5.



Фиг. 196. Общий вид вибрационного электрического дефектоскопа ВЭД-43.

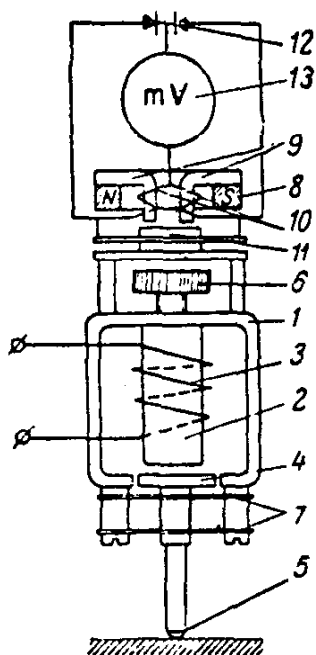
Зазор между якорем и сердечником может регулироваться при помощи шестерни 6. Якорь подвешен на двух плоских пружинах 7 и при питании обмотки 3 переменным или пульсирующим током может вибрировать. Индикатор помещается в средней части прибора и состоит из телефонного магнита 8 с полюсными наконечниками 9, надетыми на них катушками 10 и якоря 11. Якорь индуктора жестко скреплен с вибратором и может вибрировать. При вибрации зазор между якорем 11 и полюсными наконечниками 9 изменяется, и в катушке 10 индуцируется переменный электрический ток. Этот ток направляется в измерительную часть прибора, где выпрямляется сухим меднозакисным выпрямителем 12 и измеряется магнитно-электрическим милливольтметром 13, имеющим 100 делений. Обмотка вибратора питается переменным током напряжением 36 в или постоянным током с напряжением 24 в, причем постоянный ток преобразуется в пульсирующий. При питании прибора постоянным током в цепь включается для преобразования постоянного тока в пульсирующий пре-

образователь (фиг. 198), состоящий из ярма 1, сердечника 2 с обмоткой 3 и якоря 4, на котором укреплена пружина 5 с контактом 6. При отсутствии тока в обмотке 3 контакт 6 касается винта 7. При подведении постоянного тока к зажимам 8 якорь 4 притягивается к сердечнику 2, и контакты 6 и 7 размыкаются. При этом ток в обмотке 3 прекратится, и якорь под действием пружины отходит от сердечника, контакты 6 и 7 снова замыкаются. Таким образом якорь будет

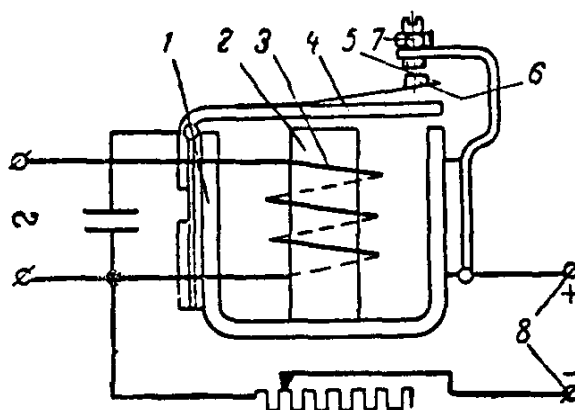
непрерывно вибрировать и преобразовывать постоянный ток в пульсирующий.

Дефектоскоп работает следующим образом.

Если щуп 5 якоря 4 опирается на жесткую поверхность, то индикатор будет вибрировать вместе с вибратором, и в ка-



Фиг. 197. Схема вибрационного электрического дефектоскопа ВЭД-43.



Фиг. 198. Преобразователь постоянного тока в пульсирующий.

тушке 10 будет индуцироваться ток, отклоняющий стрелку прибора за деление 100.

Если щуп 5 будет опираться на непрочный, который не оказывает большого сопротивления вибрации якоря 4, то вибрировать будет только якорь, и в катушке 10 ток индуцироваться не будет совсем или будет слабый ток, который отклонит стрелку прибора незначительно. При работе прибора необходимо делать нажим на щуп силой 2—3 кг.

Испытания прибора в производственных условиях не дали положительных результатов, так как этот прибор очень чувствителен к изменению нажима.

7. КАРБИНОЛЬНЫЙ КЛЕЙ

Карбинольный клей готовится из карбинола или карбинольного сиропа с добавкой катализатора. В качестве катализатора можно применять перекись бензоила и крепкую азотную кислоту (с удельным весом 1,35—1,40). Карбинол получается конденсацией винилацетилена с ацетоном, в присутствии едкого кали в растворе эфира, бензина или бензола.

Карбинол — бесцветная подвижная жидкость с приятным запахом, при хранении самопроизвольно полимеризуется. При полимеризации карбинол проходит следующие стадии превращения: 1) подвижную жидкость; 2) сиропы различной вязкости; 3) клейкий студень; 4) упругий студень; 5) твердую стеклообразную массу. Все превращения идут непрерывно.

Полимеризация карбинола сильно ускоряется при действии температуры и катализаторов, что видно из табл. 31.

Таблица 31

Полимеризация карбинола

Условия полимеризации	Характер полимера			
	глицерино-подобный сироп через	клейкий студень через	упругий студень через	твердая стеклообразная масса через
При температуре 15—20° без катализатора	10—20 дней	20—30 дней	30—50 дней	50—80 дней
При температуре 15—20° с добавлением 1% перекиси бензоила	3—5 дней	5—8 дней	8—9 дней	9—10 дней
При температуре 60—65° без катализатора	20—30 час.	2—3 дня	3—4 дня	4—5 дней
При температуре 60—65° с добавлением 1% перекиси бензоила	1—2 часа	5—8 час.	8—10 час.	10—12 час.

Карбинол в стадии сиропа наиболее часто применяется для склеивания.

Карбинольный сироп — это раствор твердого полимера в мономере, причем количество твердого полимера, в зависимости от вязкости сиропа, колеблется в пределах 10—30%. Для замедления полимеризации карбинола к нему добавляют в небольшом количестве (0,1—0,25%) азотистых оснований: аммиака, дифениламина, аджерайта, гидрохинона и др. Карбинол с добавкой 0,1% аджерайта выдерживает хранение свыше шести месяцев без изменений при комнатной температуре.

Карбинольные сиропы стабилизируются несколько труднее, чем мономерный карбинол, и тем труднее, чем выше их вязкость, поэтому для стабилизации следует брать сиропы с вязкостью меньшей, чем вязкость глицерина.

Дифениламин и особенно аджерайт не препятствуют полимеризации карбинольного клея и от них нет необходимости освобождаться; действие других стабилизаторов преодолевается с большим трудом. Из всех стабилизаторов аджерайт является лучшим.

Приготовление карбинольного клея

Карбинольный клей готовится по рецепту:

Карбинольный сироп или мономерный карбинол 100 вес. ч.
 Катализатор:
 а) перекись бензоила 1—3% по весу
 или б) крепкая азотная кислота 1—2% . . .

В чистую и сухую стеклянную, фарфоровую, железную или алюминевую посуду отвешивают карбинольный сироп, затем добавляют катализатор и смесь тщательно размешивают стеклянной, фарфоровой или железной мешалкой в течение 30—40 мин. до полного растворения катализатора. В начале размешивания цвет клея коричневый, затем по мере разрушения аджерайта постепенно становится светло-оранжевым. После того как катализатор полностью растворился и

клей принял светлооранжевую окраску, его можно считать готовым к употреблению. При недостаточной вязкости клея его нужно выдерживать до требуемой вязкости. Для ускорения нарастания вязкости клей нагревают до температуры 50—60°.

Карбинольный клей имеет рабочую жизнеспособность 2—4 часа. В случае загустевания клея его можно разбавить мономерным карбинолом, в котором должно быть растворено равное количество того же катализатора.

При приготовлении клея из мономерного карбинола клеевой раствор нагревают до 60° и непрерывно перемешивают до тех пор, пока клей не наберет нужной вязкости, на что обычно требуется 1—2 часа.

Для снижения усадки, горючести и для ускорения полимеризации в карбинольный клей вводится 50% (по весу) сухого порошкообразного наполнителя и смесь тщательно растирают до получения однородной пасты. Такая паста называется карбинольным цементом и применяется для заливки всевозможных зазоров и отверстий и для склейки различных материалов (металлов, пластмасс, фарфора, мрамора и т. п.).

В качестве наполнителей могут применяться тонко размолотый порошок окиси цинка, окиси алюминия, гипса, алебаstra, цемента, фарфоровая, мраморная пыль и железный порошок. Для придания нужной окраски в цемент можно вводить до 1% красителей: сажу, охру, умбру и др.

Клеевое соединение карбинольного клея — прозрачная стеклообразная желтого цвета пленка, не растворяется в обычных органических растворителях, абсолютно антисептична, водо-, бензо- и маслостойлива, набухает в спирте и ацетоне. После трехсуточного вымачивания в воде клеевое соединение теряет 15—20% своей крепости. При температуре 70—80° пленка начинает размягчаться, но не плавится даже при 150°, при остывании быстро отвердевает.

Склеивание материалов

Карбинольным клеем и цементом можно склеивать металлы, прозрачные материалы, пластмассы, древесину, фарфор и мрамор в различных сочетаниях. Склеиваемые поверхности должны быть совершенно чистыми и сухими, без жировых пятен и других органических загрязнений, хорошо подогнанными друг к другу и по возможности иметь шероховатую поверхность. Гладкую поверхность металлов и пластиков нужно обработать пескоструйным аппаратом или зачистить наждачной бумагой и не позднее чем за 10—15 мин. до склейки протереть тряпкой, смоченной в ацетоне или бензине. Лакокрасочные или другие пятна с поверхности снимаются тряпкой, смоченной в смывке.

Качество подготовки склеиваемых поверхностей сильно влияет на прочность склеивания.

В табл. 32 приведены результаты склейки стали со сталью с различной подготовкой поверхности.

Как видно из табл. 32, лучшие результаты получаются при склейке поверхностей, обработанных пескоструйным аппаратом, шлифованных и при их сочетании.

Техника склеивания

На подготовленную поверхность склеиваемой детали наносится кистью ровный слой клея и выдерживается 5—10 мин. для открытой пропитки. Затем склеиваемые поверхности соединяют и запрессовывают. Минимальные сроки выдержки в запрессованном состоянии в зависимости от количества внесенного катализатора и температуры у мест склейки приведены в табл. 33.

Таблица 32

Влияние подготовки склеиваемой поверхности
на качество склейки

Характер подготовки поверхности	Временное сопротивление скалыванию кг/см ²
Полированная — полированная	60—100
Фрезерованная — фрезерованная	32—156
Шлифованная — шлифованная	170—260
Из-под пилы — из-под пилы	112—242
Пескоструенная — пескоструенная	172—288
Из-под пилы — пескоструенная	162—172
Шлифованная — пескоструенная	120—264
Шлифованная — из-под пилы	147—334
Полированная — пескоструенная	142—198
Полированная — шлифованная	136—224
Полированная — из-под пилы	69—246

Таблица 33

Скорость затвердевания карбинольного клея

Условия полимеризации	Характер полимера			
	консистен- ция исход- ного клея	клейкий студень через	упругий студень через	твердая стеклообраз- ная масса через
При температуре 0°, 1% перекиси бензоила	Глицерин	24 часа	48 час.	72 часа
При температуре 0°, 2—3% перекиси бензоила	Глицерин	24 часа	30 час.	48 час.
При комнатной температуре, 1% перекиси бензоила	Глицерин	16 час.	24 часа	48 час.
При комнатной температуре, 3% перекиси бензоила	Глицерин	8 час.	12 час.	24 часа
При температуре 30—35°, 1% перекиси бензоила	Глицерин	12 час.	20 час.	35 час.
При температуре 60—65°, 1% перекиси бензоила	Глицерин	2 часа	5 час.	10 час.

Карбинольные цементы (50% окиси цинка в качестве наполнителя) затвердевают несколько быстрее, чем карбинольные клеи.

При склеивании прозрачных материалов (органическое стекло, силикатное стекло, слюда и др.) необходимо применять карбинольный клей без стабилизатора или с минимальным его содержанием (0,01%), так как стабилизатор окрашивает клеевое соединение. В этом случае клей готовится из чистого карбинола и фильтруется.

Сферические поверхности (втулки с цилиндрами, посадка болтов и шпилек в отверстия и т. л.) могут соединяться на карбинольном клею и цементе как склеиванием, так и заливкой, что определяется величиной зазоров между стенками скрепляемых деталей.

В табл. 34 приведено временное сопротивление скалыванию клеевого соединения карбинольного клея при склеивании разных материалов.

Таблица 34

Временное сопротивление скалыванию клеевого соединения карбинольного клея

Наименование склеиваемых материалов	Временное сопротивление кг/см^2		Характер разрыва
	разрыву	скалыванию вдоль плоскости склейки	
Органическое стекло — органическое стекло	100—200	50—55	По органическому стеклу
Металл — металл	—	172—288	По клею
Текстолит — текстолит	700—1000	75—200	.
Дуралюмин — текстолит	—	75—100	.
Дуралюмин — гетинакс	—	55—60	.
Дуралюмин — дельта-древесина	—	100—130	.
Дуралюмин — балинит	—	75—120	.

Мономерный карбинол и сироп транспортируются и хранятся в стабилизованном виде в чистой и сухой стеклянной или металлической посуде в темном месте при температуре 20° .

Неоднородную прочность склеивания карбинольным клеем можно объяснить недоработанностью технологии склейки. Поэтому для широкого внедрения карбинольного клея в производство необходимо провести дополнительные экспериментальные работы.

Карбинольный клей должен занять прочное место в промышленности и особенно для склеивания мелких деталей из пластика и металла.

ГЛАВА V

ВЫКЛЕЙКА ОБШИВОК САМОЛЕТА ИЗ ШПОНА

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Из шпона можно выклеивать прочные, жесткие обшивки обтекаемой формы для каркасов фюзеляжа, крыла и других агрегатов изогнутой формы с небольшим радиусом кривизны. Обшивки выклеивают из 3—20 слоев шпона различного профиля, очертания и размеров. Раньше для выклейки обшивок применялся казеиновый клей. Обшивки получались хорошего качества, но с повышенной влажностью. Для высушивания обшивок до нормальной влажности (8—12%) была разработана сложная технология с применением стопительно-вентиляционной системы. В настоящее время для выклейки обшивок применяются смоляные клеи, позволяющие получать водостойкие обшивки с малым содержанием влаги (до 20—25%). До требуемой влажности такие обшивки высыхают в условиях цеха при их последующей обработке без применения специальных установок.

Для выклеивания обшивок применяют березовый авиационный шпон толщиной 0,55—0,95 мм и различной ширины в зависимости от конструкции самолета и способа выклейки.

Обшивки выклеивают различными способами: ручным — гвоздевым и резиновыми поясами, пневматическим и способом котловой выклейки.

Ручная выклейка применяется в опытном производстве, в ремонтных мастерских и на заводах при малых сериях различных конструкций самолетов. Она малопроизводительна и дает обшивки с низкими механическими качествами.

Пневматическая выклейка обшивок широко применяется в крупносерийном производстве и дает обшивки хорошего качества при большой производительности. Этот способ выклейки обшивок с применением электроподогрева может дать в несколько десятков раз больше продукции, чем ручной способ выклейки при той же производственной площади. Но пневматическая выклейка требует сложного оборудования, которое при изменении конструкции самолета приходится заменять. Кроме того, пневматический способ выклейки имеет и другие недостатки.

В советской и американской практике встречается новый оригинальный способ выклейки обшивок в автоклаве. Этот способ универсален для любых обшивок и при смене конструкции самолета меняется только болван несложной конструкции.

В настоящее время разрабатывается способ выклейки обшивок с использованием клеевой пленки, изготавливаемой путем пропитки особых сортов бумаги смоляными и карбамидными клеями с пониженным содержанием отвердителя. При соответствующем подборе рецепта клеевую пленку можно хранить длительное время (пять-шесть месяцев). Этот способ выклейки требует обязательного подогрева до температуры плавления клеевого слоя пленки. Последними работами ВИАМ установлено, что плавление клея происходит при температуре $110 \pm 5^\circ \text{C}$.

Выклейка обшивок клеевой пленкой имеет следующие преимущества:

- 1) уменьшает трудоемкость при выклейке обшивок;
- 2) рабочее место становится чистым и безвредным;
- 3) шпон при выклейке обшивок не увлажняется, что исключает образование гофра, провалов и других дефектов на обшивке;
- 4) выклеенная обшивка имеет пониженную влажность и не требует подсушки;
- 5) поверхность обшивки получается чистой, что исключает трудоемкую операцию — зачистку обшивок.

Но наряду с преимуществами этот способ выклейки обшивок требует точного фигурного фрезерования шпона и его комплектовки перед выклейкой.

2. ИЗГОТОВЛЕНИЕ БОЛВАНА

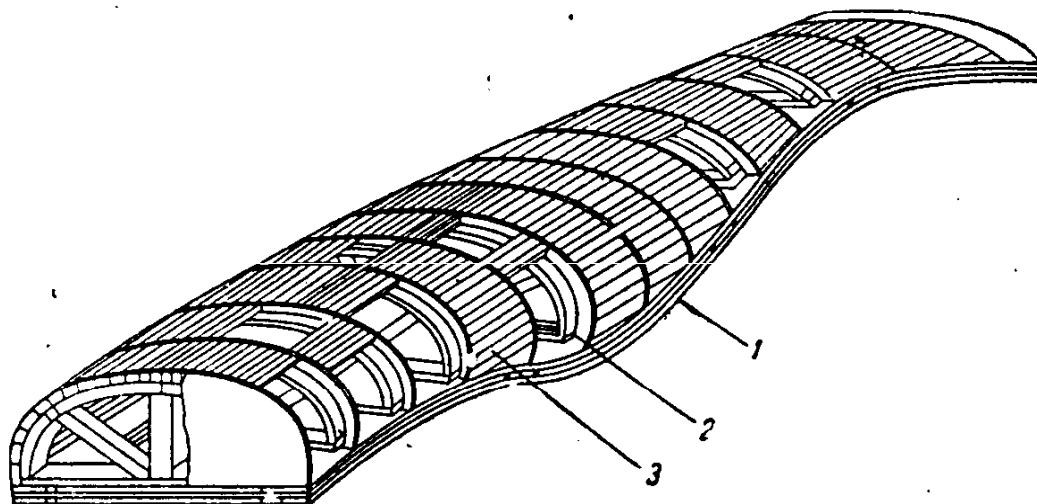
Обшивки из шпона выклеиваются на деревянных моделях — болванах, контуры которых должны точно соответствовать форме выклеиваемой обшивки.

Болваны изготавливаются из сосны с влажностью 7—10%. Применение древесины с более высокой влажностью вызовет растрескивание, коробление и формоизменяемость болвана, вследствие чего выклеенная обшивка не подойдет к каркасу.

При изготовлении болванов необходимо учитывать применяемый способ выклейки. При пневматической запрессовке поверхность бол-

вана выдерживает давление в несколько десятков тонн, а потому конструкция его должна быть весьма жесткая. Болваны для выклейки ручным способом могут быть сравнительно легкими.

Болван для выклейки обшивок фюзеляжа изготавливается следующим способом. На продольных брусках или на переклейном щите-основании крепят под углом 90° рамы или так называемые кружала. Рамы состоят из фанеры толщиной около 10 мм с фермами из сосновых брусков сечением 50×60 мм, связанных клеем и гвоздями. Расстояния между рамами болвана устанавливаются такие же, как и между шпангоутами фюзеляжа. После сборки каркаса болвана его обшивают сосновыми брусками, которые ложатся на боковые выступы (пояса) рам (фиг. 199). Для большей жесткости по каркасу болвана



Фиг. 199. Болван для выклейки обшивок фюзеляжа.

1—щит-основание, 2—рамы, 3—обшивка болвана из сосновых брусков.

пропускают несколько сквозных брусков, проходящих через ряд рам. Обшитый болван тщательно обрабатывают по контурам самолета, руководствуясь продольными и поперечными шаблонами, снятыми с плазовой разбивки. Отклонения от плавных обводов самолета не должны превышать 1,0 мм на 1 пог. м. После строжки и обработки циклями поверхность болвана зачищают шкуркой, шпаклюют и покрывают составом, препятствующим приклеиванию нижнего слоя обшивки к болвану. При выклейке обшивок смоляными клеями наилучшим предохранительным покрытием является нитроклей АК-20. При применении казеиновых или карбамидных клеев поверхность болвана можно покрывать тонким слоем мелового раствора или натирать парафином. Для более надежного предохранения от приклеивания обшивки к болвану иногда на слой парафина накладывают оберточную бумагу.

Приготовленный таким образом болван готов для выклейки обшивок.

3. РУЧНОЙ СПОСОБ ВЫКЛЕЙКИ ОБШИВОК ИЗ ШПОНА

Ручную выклейку обшивок можно производить на разборном стапеле непосредственно по каркасу фюзеляжа, на модели со вставленным в нее каркасом фюзеляжа и на специальной модели-болване.

Первые два способа выклейки весьма трудоемки, не гарантируют достаточной прочности обшивок, мало распространены и поэтому здесь не описываются.

Выклейка ручным гвоздевым способом

На подготовленный болван набирают ленты шпона шириной 50—100 мм сразу всех слоев обшивки с последующей гвоздевой запрессовкой. При этом продолжительность укладки всех слоев шпона от момента нанесения клея на первый слой до начала запрессовки не должна превышать 25 мин., а продолжительность гвоздевой запрессовки не более 20 мин. При возможности набрать все слои в один прием их набирают в несколько приемов, а иногда по одному слою обшивки.

Для увеличения прочности обшивки при наборе слоев шпона необходимо, чтобы швы первого слоя не совпадали со швами третьего слоя и швы второго слоя не совпадали со швами четвертого слоя.

Шпон набирают от середины болвана в обе стороны под нужным углом к его оси (отклонение не более $\pm 5^\circ$) согласно меткам на болване или на раме, предусматривающим смещение лент по слоям. Каждую ленту шпона нужно укладывать точно на место, соответствующее ее номеру. Для плотного прилегания к поверхности болвана ленту шпона при укладке натягивают до отказа и по концам закрепляют гвоздями с фанерными шайбами размером 30×30 мм.

При выклейке многослойных обшивок рекомендуются следующие способы укладки шпона в зависимости от применяемого клея.

При выклейке казеиновыми клеями первый и последний слой шпона укладывают с нахлестом смежных кромок на 4—8 мм, а внутренние слои с зазором в 2—3% ширины листов шпона.

Уложенные ленты шпона необходимо притереть деревянными киянками для удаления пузырьков воздуха и для плотного прилегания лент одна к другой. Притирают ленты сверху вниз вдоль шпона одновременно в обе стороны.

При выклейке смоляными и карбамидными клеями первый и последний слой шпона укладывают впритык, а внутренние слои — с зазором в 1—2% ширины шпона.

Полосы второго и последующего слоев шпона укладывают под углом $90 \pm 5^\circ$ к предыдущему слою, туго натягивают, приглаживают рукой сверху вниз и концы закрепляют амортизационным шнуром, натянутым по нижнему основанию болвана.

Обшивки запрессовывают гвоздями размером 1,5×30 мм с шагом не более 50 мм. Для более равномерного распределения давления от головки гвоздя по площади склейки гвозди забивают через прижимные сулажки.

При выклейке обшивок сложной конфигурации сулажки изготавливают из 2—3-мм фанеры шириной, равной ширине укладываемого шпона (50—100 мм), оклеивают тканью и покрывают одним-двумя слоями нитроклея АК-20. Перед забивкой на гвозди надеваются шайбы размером 30×30 мм, изготовленные из 3—4-мм фанеры. Гвозди необходимо забивать от вершины болвана одновременно в обе стороны.

Порядок укладывания шпона на болван и запрессовка при ручной выклейке обшивок казеиновым клеем показаны на фиг. 200.

При выклеивании обшивок из шпона рекомендуется следующее нанесение клея:

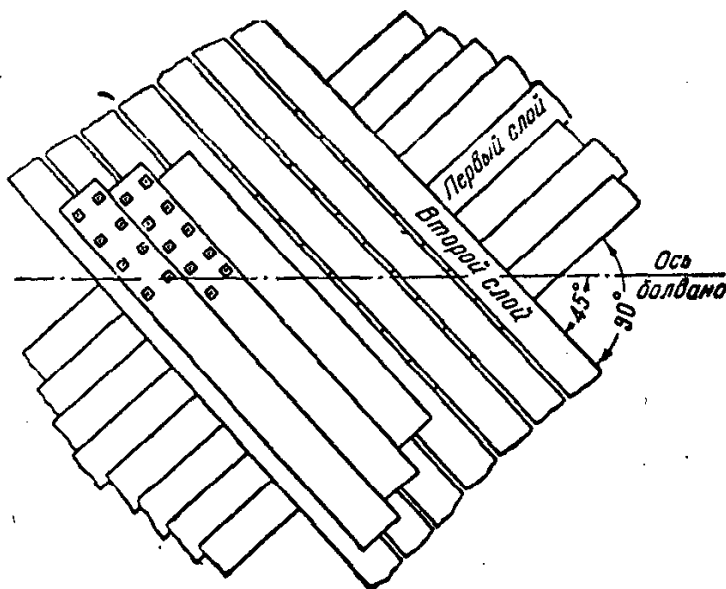
казеинового — одностороннее нанесение клея на шпон, уложенный на болван;

смоляного — для многослойных обшивок больших размеров несложной конфигурации двухстороннее нанесение клея при склеивании наружных слоев шпона с последующими и одностороннее на внутренних слоях шпона (фиг. 201).

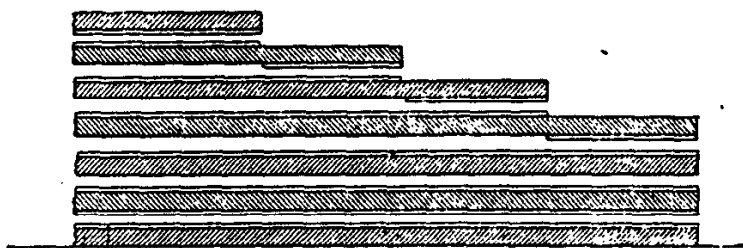
Для всех остальных обшивок двухстороннее нанесение клея. При выклейке обшивок расход смоляных клеев составляет около 300—400 г/м², а казеиновых сухого порошка — 150—170 г/м². Для склейки применяются казеиновые клеи консистенций 1:2,1 или 1:2,2 с вязкостью 60—90° ФЭ, а смоляные клеи с вязкостью 25—60° ФЭ.

Запрессованный слой обшивки при температуре склеечного помещения не ниже 16° выдерживается 4—5 час. при казеиновых клеях и 5—6 час. при смоляных. После выдержки осторожно, чтобы не повредить шпои, снимают гвозди с помощью гвоздодера и прижимные сулаги. Выклеенный шпон зачищают циклей, устраняют дефекты и дают в течение 2—3 час. просохнуть и приступают к набору следующего слоя. Последующие слои обшивки набираются на болване в описанном выше порядке.

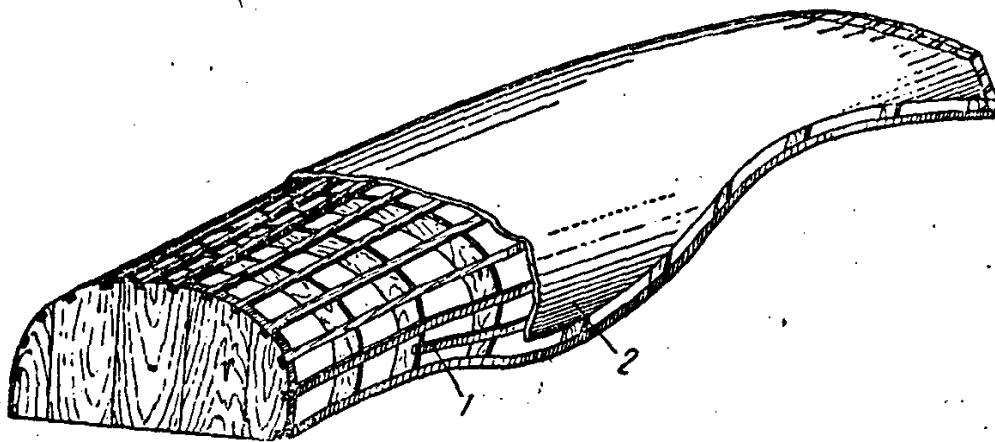
Выклеенные обшивки, если они не проходят камерной сушки, выдерживаются до влажности 7—11% на облегченных решетчатых болванах в сухом помещении (фиг. 202). Во избежание коробления при высыхании обшивки притягиваются к поверхности болванов стальными лентами.



Фиг. 200. Порядок укладки шпона на болван и за-прессовка при ручной выклейке обшивок казеиновыми клеями.



Фиг. 201. Нанесение клея при выклейке многослойной обшивки больших размеров несложной конфигурации.



Фиг. 202. Облегченный решетчатый болван для сушки и хранения обшивок.
1—решетчатый болван, 2—обшивка.

Ручной способ выклейки обшивок из шпона с гвоздевой запрессовкой имеет следующие недостатки:

низкую производительность;

недостаточное и неравномерное давление при склейке, вызывающее расслоение обшивки;

гвозди при запрессовке (несколько тысяч гвоздей на одну обшивку фюзеляжа) вызывают разрыв волокон, что понижает крепость и жесткость обшивки;

непроизводительный расход гвоздей и фанеры на прижимные сулажки и шайбы;

быстрый износ болвана, так как на болване можно выклеить только 10—15 обшивок.

При ручной выклейке обшивок на болване применяется также способ запрессовки резиновыми поясами. Сущность этого способа сводится к следующему.

На уложенный на болване слой лент шпона накладывают прижимные сулажки, а поверх них резиновые пояса толщиной 4—10 мм и шириной, равной ширине сулажки. На концах резиновых поясов имеются резиновые кольца, при помощи которых пояса крепятся к болвану. Давление, создаваемое при запрессовке резиновыми поясами, не превышает давления, создаваемого гвоздевой запрессовкой, но распределяется более равномерно по склеиваемой поверхности. Хотя при этом способе и устраняются отверстия от гвоздей на обшивке, но большого распространения он не получил, так как резиновые пояса быстро изнашиваются и теряют упругость, требуют специальных приспособлений для натяжки, непригодны для запрессовки обшивок, имеющих вогнутые места, и опасны в работе.

4. ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ СПОСОБ ВЫКЛЕЙКИ

В средне- и крупносерийном производстве обшивки выклеивают на пневматических прессах, причем в случае применения казеиновых клеев прессы оборудуют отопительно-вентиляционными установками для сушки обшивок.

Пневматический пресс (фиг. 203) состоит из следующих основных частей: ваны, металлической рамы-плаца, системы крепления плаца к ванне прессы, пневматического подъемника, модели (болвана) выклеиваемой обшивки, пресскамеры и отопительно-вентиляционной установки.

Ванна. Внутренняя сторона ванны вогнутая, соответствующая форме выклеиваемой обшивки с некоторым зазором, в котором во время запрессовки обшивки находится резиновая пресскамера.

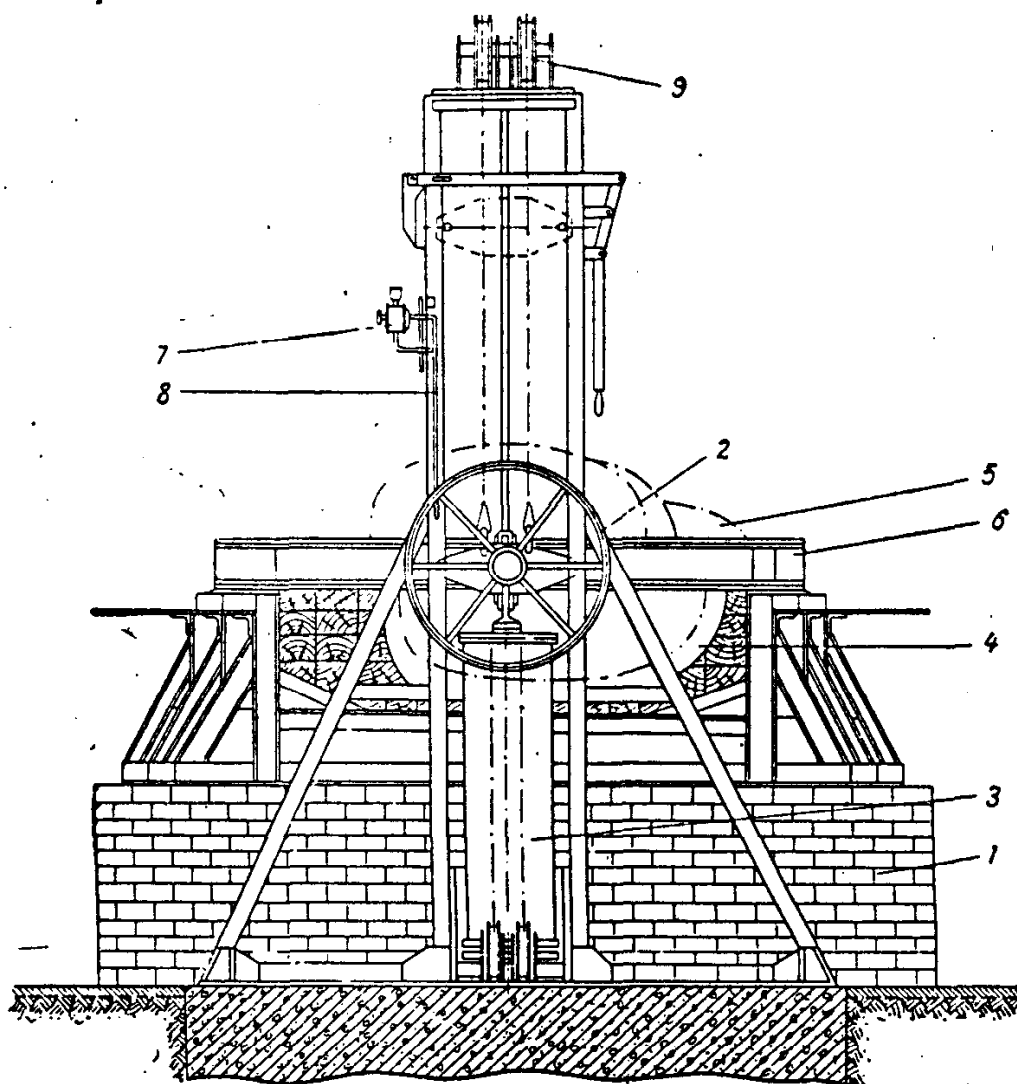
Ванны делают железобетонные или железные.

У железобетонной ваны (фиг. 204) по бортам по всей длине залиты в бетон два ряда стальных болтов, заканчивающихся резьбой под гайку для крепления болвана к ванне прессы. Бетонные ванны весьма громоздки и тяжелы, так ванна прессы для выклейки обшивки фюзеляжа истребителя весит 60—65 т. В случае перестановки оборудования или изменения конструкции самолета железобетонную ванну приходится разрушать.

Железные ванны имеют ряд шпангоутов-рам, сваренных из швеллерного железа (фиг. 205). Внутренняя сторона ванны образуется деревянной опалубкой из досок. При изменении конструкции самолета железную ванну легко приспособить для другого контура. При передвижке прессы с такой ванной теряется только небольшой бетон-

ный фундамент под вертикальными стойками пресса. Вес ванны с опалубкой 7 т. Железная ванна более удобна при монтаже и передвижках.

Плац. Плац пресса представляет собой металлическую раму, сваренную из двутавровых балочек, швеллерного и листового железа (фиг. 206). Продольные швеллеры служат осью плаца. Для придания



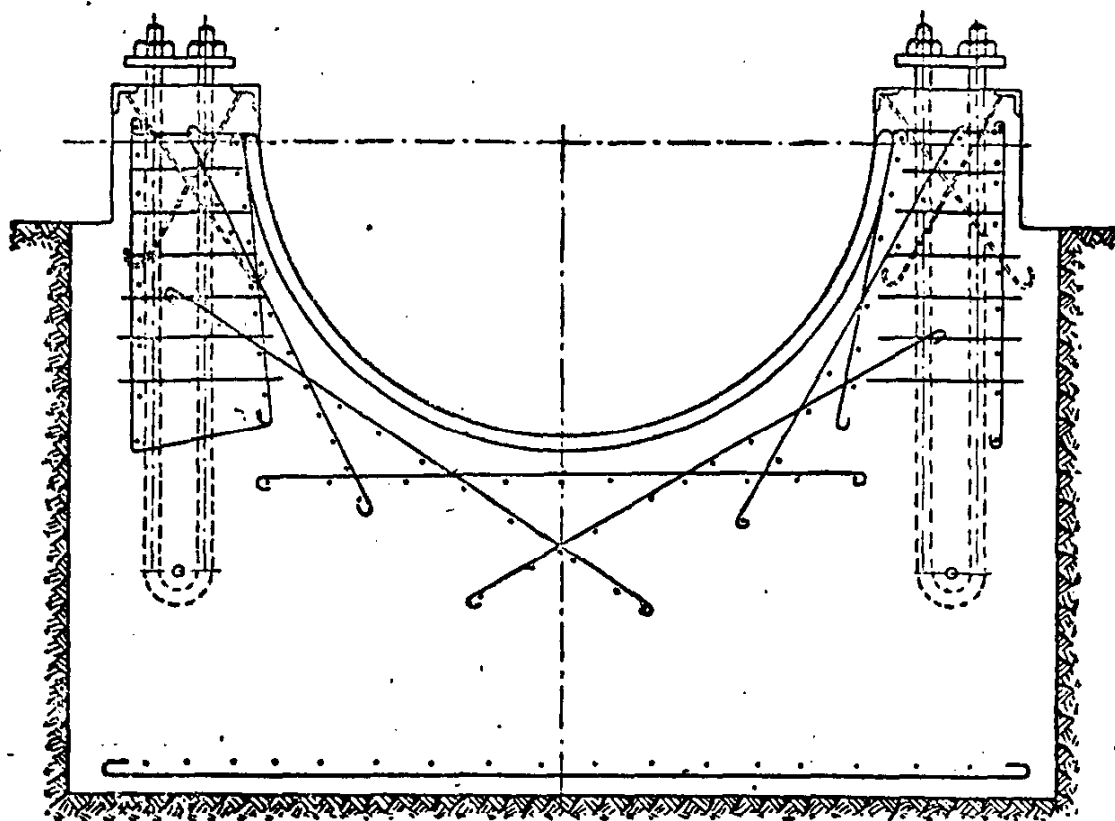
Фиг. 203. Общий вид пневматического пресса для выклейки обшивок фюзеляжа.

1—фундамент, 2—штурвал для поворота плаца с болваном, 3—цилиндр пневматического подъемника, 4—ванна, 5—болван, 6—плац, 7—редуктор, 8—магистраль сжатого воздуха, 9—блоки для подъема плаца с болваном.

жесткости к швеллерам и двутавровым балочкам приваривается листовое железо. С обеих сторон к плацу крепятся болваны для выклейки обшивок из шпона. Плац вместе с болваном может вращаться вокруг оси и подниматься вверх при помощи пневматических подъемников. Подъемник состоит из двух рабочих цилиндров, системы блоков и тросов. Тросы прессов расположены в специально проложенной трубе, что позволяет применять передвижные тали при монтаже и ремонте пресса и для снятия и наложения сулаг.

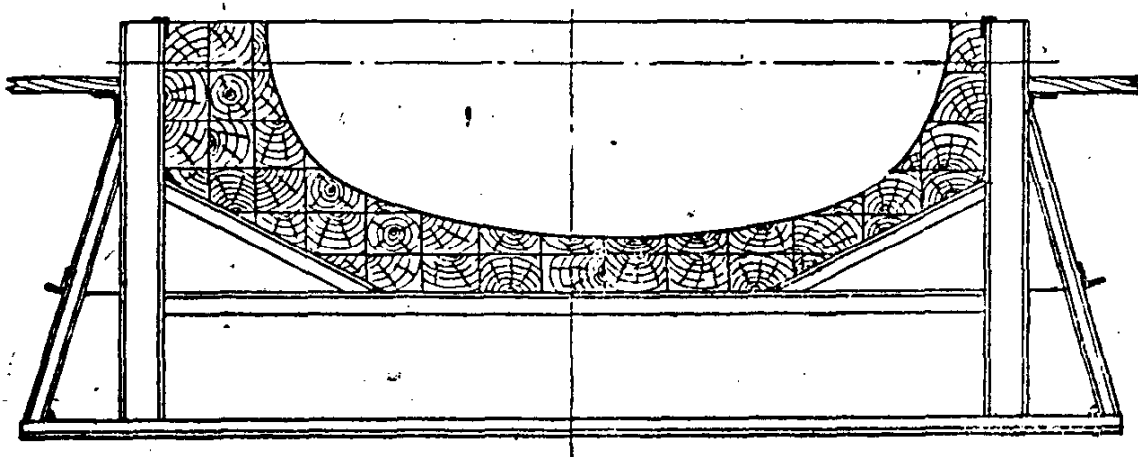
На фиг. 207 показана схема подъемника плаца вместе с болванами.

При запрессовке плац с болванами крепится к ванне при помощи металлической гребенки или специальных металлических скоб, надеваемых на двутавровые балочки плаца. Оба эти способа крепления просты и надежны.



Фиг. 204. Железобетонная ванна.

Пресскамера представляет собой мешок из прорезиненной ткани. Пресскамера должна легко выдерживать давление $4-5 \text{ кг/см}^2$ при температуре окружающего воздуха до 100° . Расширение камеры по кромкам допускается не более $80-90 \text{ мм}$.

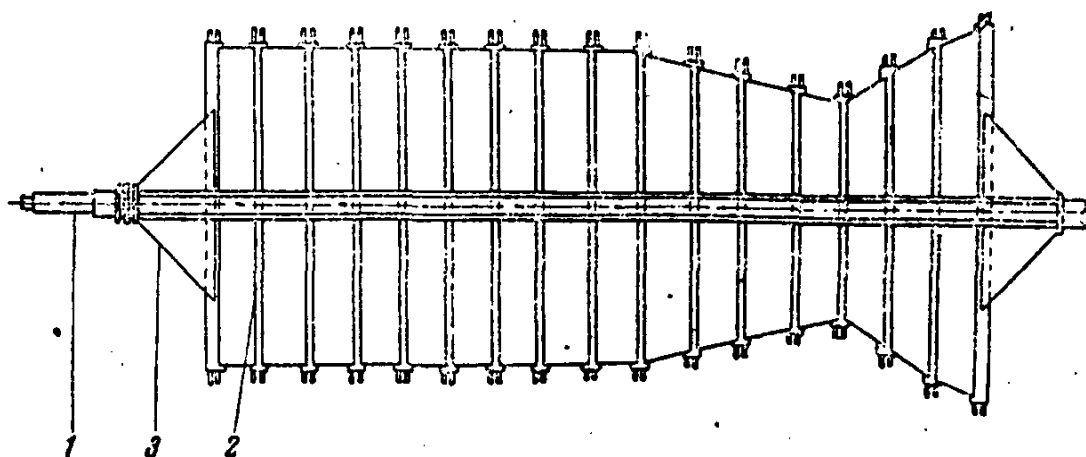


Фиг. 205. Железная ванна с деревянной опалубкой.

Сжатый воздух подается в камеру от компрессорной установки через резиновую трубку, установленную в хвостовой части. Управление питанием пресскамеры и подъемника размещено на щитке и состоит из двух трехходовых кранов, редуктора, предохранительного клапана и манометра.

В ванне пресса пресскамера крепится при помощи подвески шайб, приклеенных к ее кромкам, усиленным брезентом.

Пресскамеры изготавливаются на заводах резиновой промышленности по чертежам заводов-потребителей из однослойной или многослойной прорезиненной ткани с временным сопротивлением на раз-

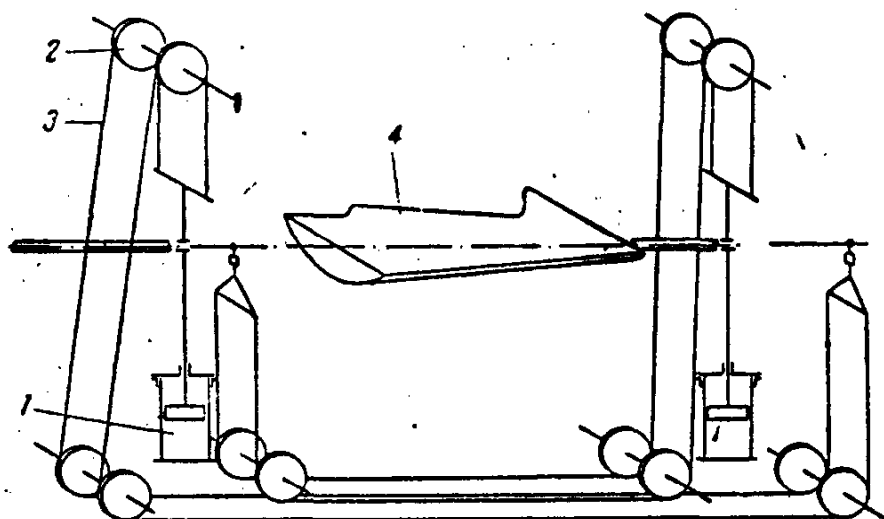


Фиг. 206. Металлический плац.

1—профильные швеллеры (ось); 2—двутавровые поперечные балочки; 3—листовое железо.

рыв по основе и утку не менее 3900 кг/м. Пресскамера должна быть герметичной. Готовые пресскамеры проверяются в надутом виде. При осмотре камер необходимо проверить: соответствие габаритных размеров с чертежом; правильность расположения всех наклеенных деталей; качество швов, заделки деталей и наклейки усиления.

После внешнего осмотра испытывают герметичность пресскамеры, для чего наполняют ее воздухом. Исправная пресскамера через 2 часа не должна потерять своей формы вследствие частичной утечки воздуха.



Фиг. 207. Схема подъемника плаца с болваном.

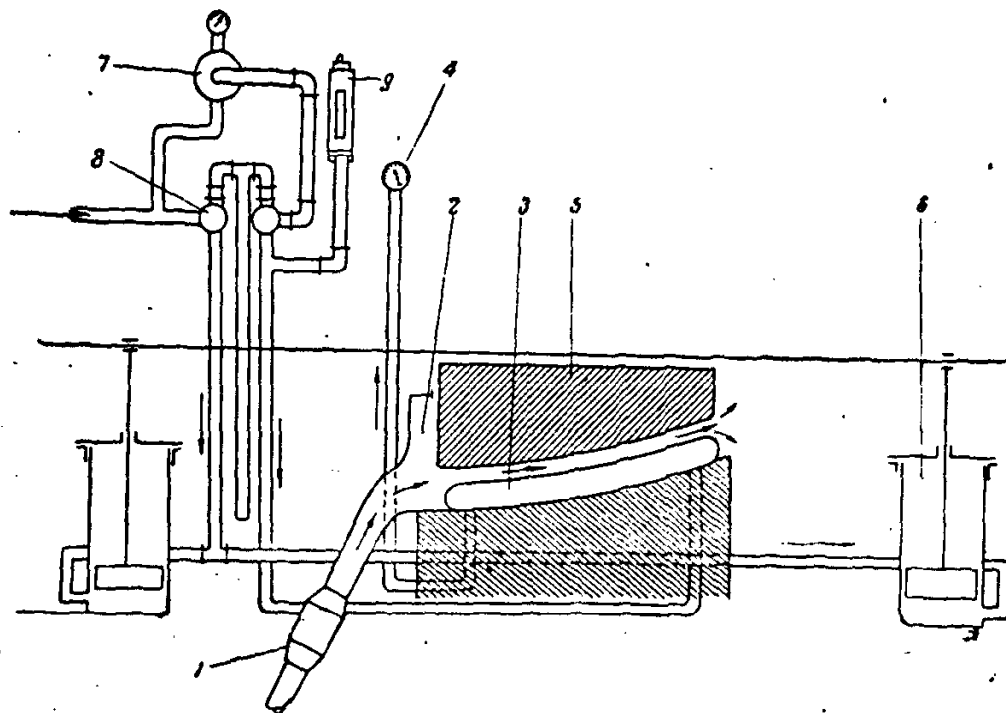
1—цилиндр пневматического подъемника; 2—блоки; 3—тросы; 4—болван.

Во время эксплуатации пресскамера требует тщательного ухода. Она укладывается в ванну без складок и тщательно очищается от мусора, клея и других посторонних предметов. Кромки пресскамеры во избежание приклеивания посыпаются тальком и вся пресскамера покрывается предохранительными резиновыми ковриками. Воздух в

3—5 мин.

Следует иметь в виду, что основной причиной преждевременного выхода пресскамеры из строя является попадание на ее поверхность гвоздей и других острых предметов и приклеивание ее к сулаге, т. е. небрежность обслуживающего персонала.

Отопительно-вентиляционная установка может состоять из двух или трех пластинчатых калориферов Юикерса, центробежного вентилятора Сирокко № 4 или 6 и электродвигателя трехфазного тока и воздухопроводов.



Фиг. 208. Схема расположения сети воздухопроводов сжатого и подогретого воздуха пневматического пресса.

1—воздухопровод, подводящий подогретый воздух; 2—распределительная коробка; 3—пресскамера; 4—манометр пресскамеры; 5—болван; 6—цилиндр пневмоподъемника; 7—редуктор; 8—трехходовой кран; 9—предохранительный клапан.

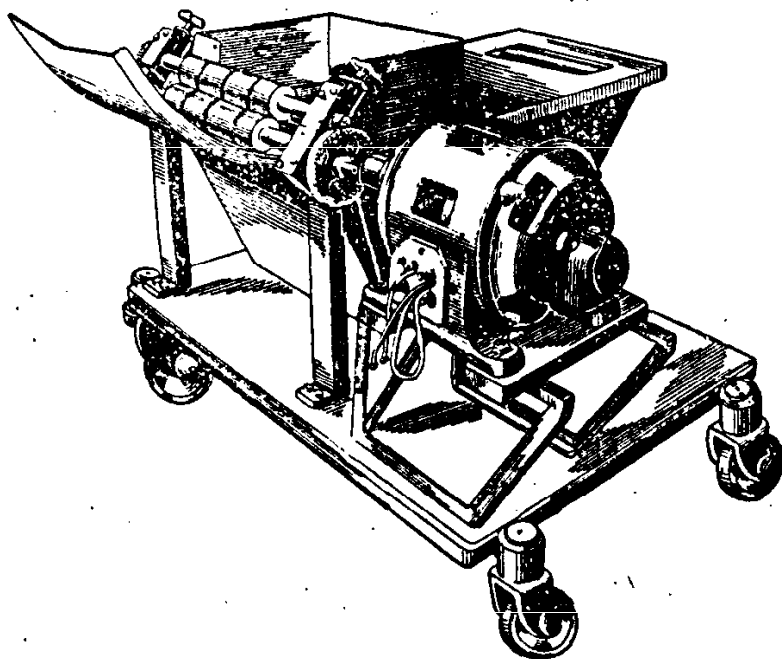
Такая установка для удобства может помещаться под полом и обслуживать несколько прессов. Управление отопительно-вентиляционной установкой целесообразно сосредоточить на общем щитке управления прессом.

На фиг. 208 показана схема расположения сети воздухопроводов сжатого и подогретого воздуха для пневматического пресса. Воздуховод, подводящий подогретый воздух, соединяется с распределительной коробкой ванны пресса. Из распределительной коробки, расположенной в головной части ванны, подогретый воздух поступает в ванну и по каналам решетчатой сулагги распределяется по всей поверхности прессованной обшивки. Каналы образуются приколачиванием реек сечением $15 \times 30-40$ мм к сулаге; для облегчения движения воздуха концы реек с головной стороны делаются заостренными.

Выклейка обшивок на пневматическом прессе

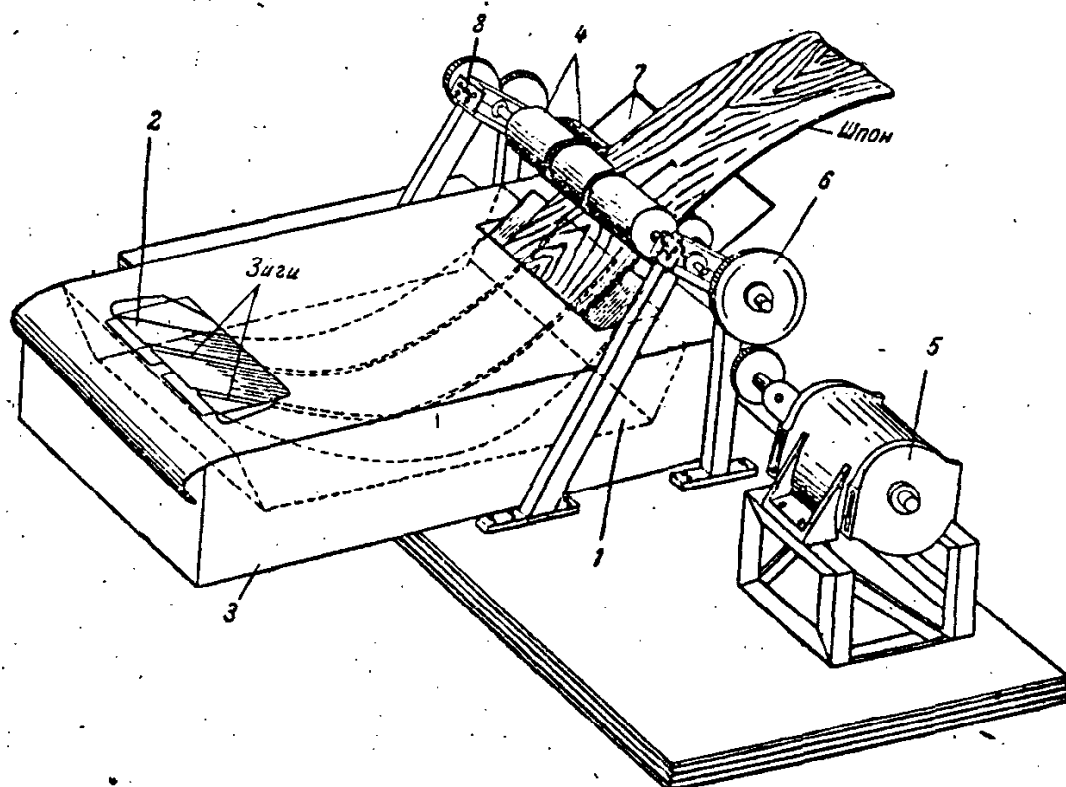
Для выклейки обшивок на пневмопрессе применяются ленты шпона шириной 200—220 мм. Шпон на болван набирается сразу для всех слоев обшивки, как и при ручном способе выклейки. Продолжи-

тельность от начала нанесения клея на первый слой шпона до пуска пневматической установки должна быть 50 мин. при применении клея ВИАМ-БЗ, 70 мин. для клея КБ-З и 45 мин. для клеев В-105 и В-107.



Фиг. 209. Общий вид клеенаносителя.

Клей на шпон для получения более ровного и тонкого слоя следует наносить клеенаносителем; при этом расход клея сокращается почти на 20%.



Фиг. 210. Схема клеенаносителя.

1—клеяник; 2—направляющая с зигами; 3—короб для охлаждающей жидкости; 4—валик с накаткой; 5—электродвигатель; 6—система зубчатых передач; 7—клеесборник; 8—барашки, регулирующие толщину наносимого слоя клея.

На фиг. 209 изображен общий вид, а на фиг. 210 схема одного из клеенаносителей.

Клей наносится на шпон следующим образом: лента шпона по направляющей поступает в клеянку, наполненную клеем; здесь ее захватывают валки, отжимающие весь излишек клея. Толщина оставшегося клеевого слоя регулируется взаимным расположением валков. Излишек клея по клеесборнику стекает обратно в клеянку. Для одностороннего нанесения клея на шпон в клеянку одновременно поступают две ленты шпона, сложенные вместе.

Клеенаноситель указанной системы прост в работе, дает ровный тонкий слой клея и сокращает расход клея на единицу изделия до 15—20%.

Наложив наружный слой обшивки из шпона и удалив потеки клея влажной тряпкой, покрывают выклеиваемую обшивку гладкой сулагой так, чтобы парные согласованные отметки на сулаге и болване совпали и сулага плотно прилегала всей своей поверхностью к обшивке.

Сулага представляет собой выклеенную на том же болване обшивку, внутренняя сторона которой во избежание приклеивания покрыта нитроклеем АК-20, меловым раствором или парафином в зависимости от применяемого клея.

Сулагу закрепляют на болване тремя или более резиновыми лентами или амортизационными шнурами диаметром не более 8 мм и затем болван вводят в ванну и крепят его, как описано выше, к пласцу металлической гребенкой или скобами.

Обшивки запрессовывают с удельным давлением 3,0—4,0 кг/см² и затем выдерживают в прессе:

1. Выклеенные смоляным клеем — 6 час. при температуре цеха не ниже 16°. Влажность выклеенных обшивок равна 20—25%, и после двухчасовой свободной выдержки они поступают в обработку. Во время обработки обшивки высыхают до требуемой влажности 7—11%.

2. Выклеенные казеиновым клеем — 1½—2 часа при температуре цеха не ниже 12°. Такие обшивки имеют влажность 60—80%. Для доведения влажности обшивок до 7—11% их после распрессовки сушат, продувая теплым воздухом в прессе или в сушильной камере, после предварительной подсушки в прессе горячим воздухом или после выдержки на болване в течение 3—5 час.

Продолжительность и режим сушки зависят от толщины шпона, количества слоев и габаритных размеров обшивок и в каждом отдельном случае устанавливаются опытным путем.

Сушка теплым воздухом

На прессах, оборудованных отопительно-вентиляционной установкой, обшивки сушат теплым воздухом на болване в следующем порядке: на распрессованную обшивку укладывают сначала решетчатую, а затем гладкую сулаги, закрепляют их амортизационными шнурами, опускают болван в ванну пресса и приводят в действие отопительно-вентиляционную установку. На болване можно одновременно сушить одну или две обшивки.

В табл. 35 и 36 приведены ориентировочные режимы сушки пятишестислойной обшивки длиной 6—7 м при скорости движения воздуха в каналах решетчатой сулагы 7—10 м/сек.

Температура входящего воздуха повышается постепенно до 65°, допускаются отклонения до ±5°.

Во время перевертывания обшивок при сушке одной обшивки подачу пара в калорифер не прекращают, при одновременной же сушке двух обшивок подачу пара прекращают.

Влажность обшивок контролируют один раз в конце сушки, причем вырезают три образца от каждой обшивки из запасов головной части.

Таблица 35

Режим сушки одной обшивки

Этапы сушки	Положение обшивки при сушке	Температура входящего воздуха градусы	Продолжи- тельность сушки, мин.
1	Сушка наружной стороны без снятия с болвана	50	90
2	Сушка внутренней стороны	50	90
3	Сушка внутренней стороны	65	90
4	Сушка наружной стороны	65	90

Таблица 36

Режим для одновременной сушки двух обшивок

Этапы сушки	Положение обшивки при сушке	Температура входящего воздуха градусы	Продолжи- тельность сушки, мин.
1	Сушка наружной стороны без снятия с болвана	50 65	45 45
2	Сушка внутренней стороны	50 65	45 45
3	Сушка внутренней стороны	50 65	45 45
4	Сушка наружной стороны	50 65	45 45

Камерная сушка

Камерной сушке подвергают обшивку, прошедшую первый этап сушки на прессе или выдержку на болване пресса в течение 3—5 час.

Обшивку помещают на специальную решетку, поверхность, которой точно соответствует поверхности обшивки, и прикрепляют к решетке металлическими лентами шириной 30—50 мм во избежание коробления.

В табл. 37 приведен режим сушки восьми-десятислойной обшивки фюзеляжа в сушильных камерах ВИАМ.

Таблица 37

Режим сушки для восьми-десятислойной обшивки фюзеляжа в сушильных камерах конструкции ВИАМ

Этапы сушки	Температура в градусах		Относитель- ная влаж- ность воз- духа, %	Продолжи- тельность сушки час.
	по сухому термометру	по мокрому термометру		
1	52	45	57	6
2	57	45	51	5
3	60	40	30	9—11

Во время сушки через каждые 3 часа необходимо реверсировать направление движения воздуха.

При сушке обшивок в камерах с менее интенсивной циркуляцией воздуха температура сухого термометра для каждой ступени режима должна быть на 8—10° выше при соблюдении равенства относительной влажности воздуха.

Влажность обшивок контролируют два раза, вырезая образцы из запасов головной части: а) после 18 час. сушки, б) окончательно — после выгрузки из камеры.

5. УСКОРЕННАЯ ВЫКЛЕЙКА ОБШИВОК С ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ЗАПРЕССОВКОЙ

В связи с внедрением смоляных клеев в средне- и крупносерийном производстве применяется ускоренная выклейка обшивок с пневматической запрессовкой и с контактным электроподогревом. Как показал опыт, контактный электроподогрев можно с успехом применять и при выклейке обшивок казеиновым клеем.

Применение электроподогрева до температуры 50—60° (в клеевом шве) значительно сокращает сроки выдержек и дает обшивки хорошего качества.

Продолжительность выклейки клеем ВИАМ-БЗ восьмислойной обшивки фюзеляжа с пневматической запрессовкой и с электроподогревом складывается из:

набора шпона и запрессовки	40—50 мин.
выдержки в запрессованном состоянии до включения подогрева	15—20 "
выдержки с подогревом	25—30 "
охлаждения под давлением	20—30 "
Общая продолжительность	100—130 мин.

Снятая с болвана обшивка имеет влажность до 20—25% и может быть пущена в обработку после двухчасовой свободной выдержки.

За время обработки в цехе (1—2 суток) обшивка принимает нормальную влажность 7—11% и может быть поставлена на каркас фюзеляжа.

Весь цикл изготовления обшивки фюзеляжа с зачисткой, ремонтом дефектных мест и шлифовкой может быть закончен в течение одних суток. Непосредственно выклейка обшивки с набором шпона занимает только 2 часа. На изготовление той же самой обшивки с влажностью 7—11%, склеенной казеиновым клеем, с гвоздевой запрессовкой, при температуре цеха 16—20° требуется 4—5 суток, причем сама выклейка продолжается не менее трех суток.

Способ пневматической выклейки обшивок с контактным электроподогревом следует рекомендовать на всех заводах, строящих деревянные самолеты.

6. ВЫКЛЕЙКА ОБШИВОК ПО СПОСОБУ АМЕРИКАНСКОЙ ФИРМЫ ЛОКХИД

Американская фирма Локхид выклеивает обшивки из шпона с пневматической запрессовкой по несколько иному способу. В железобетонную ванну 1 (фиг. 211), внутренняя часть которой точно соответствует форме фюзеляжа, укладывают сначала первый, затем второй, третий и т. д. слои обшивки, собранные из шпона. Обшивку собирают из лент шпона на специальной деревянной модели, для чего по кромке модели прокладывается прорезиненная лента липкой клеящей стороной

наружу. На поверхность модели накладывается шпон, концы которого прилипают к прорезниенной ленте. Собранный таким образом первый слой обшивки укладывают в ванну, внутренняя часть которой выложена оберточной бумагой во избежание приклеивания шпона к стенкам. В ванне шпон первого слоя обшивки намазывают казенновым или другим клеем и на него укладывают собранные в таком же порядке второй, третий и т. д. слои обшивки. На уложенные слои шпона в ванну опускается подвешенная на тросах и тягах прочная металлическая рама из двутавровых балок с деревянной обшивкой и с прикрепленной к ней резиновой пресскамерой. Раму крепят к ванне болтами и в резиновую пресскамеру вводят воздух под давлением $1-3 \text{ кг/см}^2$; продолжительность запрессовки устанавливается в зависимости от применяемого клея.

Для ускорения выклейки пресс может быть оборудован обогревом, а для сушки обшивок — отопительно-вентиляционной установкой. Для выклейки двух половинок обшивки должны быть две ванны. Выклеенная этим способом обшивка имеет чистую поверхность и высокую однородную прочность склейки. Такая выклейка обшивок по сравнению с описанным выше пневматическим способом выклейки требует дополнительной производственной площади для модели, на которой набирают слои обшивок.

7. ВЫКЛЕЙКА ОБШИВОК В АВТОКЛАВЕ

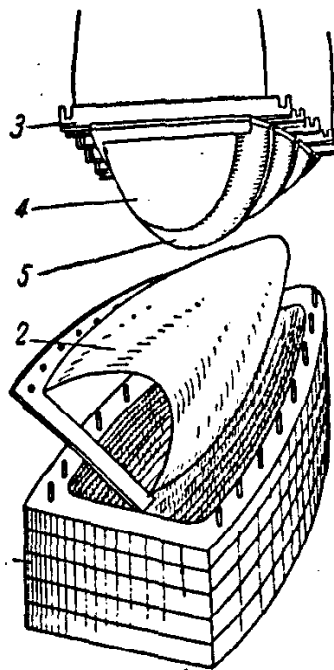
Пневматический способ выклейки обшивок, наряду с положительными качествами, имеет ряд существенных недостатков. Пневматический пресс сложен по конструкции, и болван очень тяжел. Качество склейки обшивок при этом способе запрессовки не всегда бывает удовлетворительным из-за того, что пары воды и воздух, попадая между слоями шпона, не могут выйти наружу и способствуют образованию пузырей и местных непрочек; давление на поверхности обшивки распределяется неравномерно — на выпуклых местах создается большее давление, чем на вогнутых, и при вкладывании болвана в ванну и во время подачи воздуха в камеру происходит сдвиг слоев шпона. Особенно заметны эти недостатки при выклейке обшивок сложной конфигурации.

Кроме того, при изменении конструкции самолета сложный и дорогой пневматический пресс нужно заменять новым.

Способ выклейки обшивок в автоклаве не имеет перечисленных выше недостатков и пригоден для выклейки обшивок любой конфигурации. Автоклав несложен по конструкции и прост в обслуживании. При изменении конструкции самолета изменяется только болван, заменить который не представляет большой трудности.

Устройство пресса автоклава

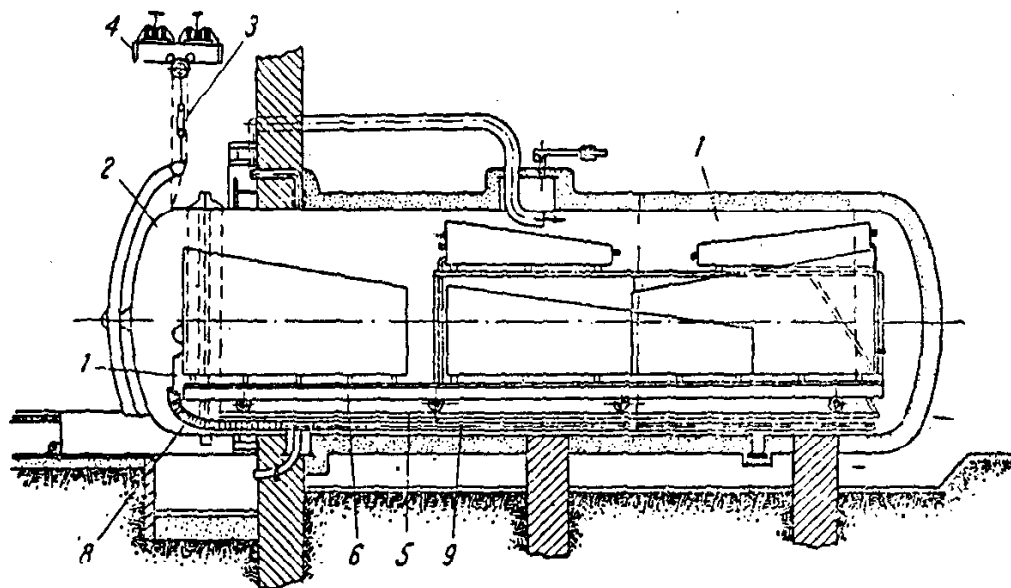
Баллон (фиг. 212) пресса имеет люк для загрузки болванов с выклеиваемой обшивкой. Крышка люка закреплена на подвеске, которая может перемещаться вручную по балочке на роликах. Внутри баллона положены рельсы для тележки. Для увеличения емкости баллона на



Фиг. 211. Пневматический пресс для выклейки обшивок из шпона по способу американской фирмы Локхид.

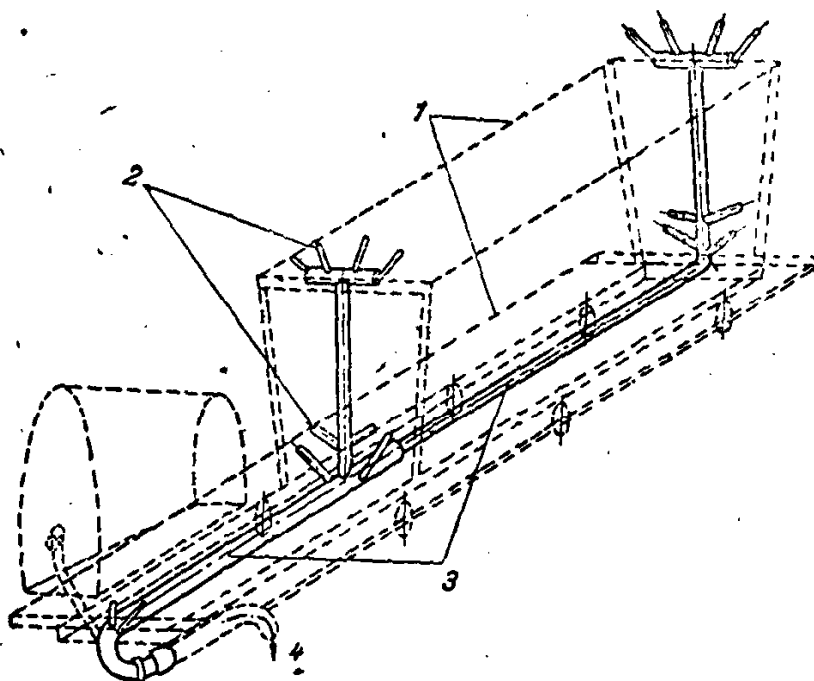
1—железобетонная ванна;
2—собранный слой обшивки;
3—металлическая рама; 4—болван; 5—пресскамера.

тележке устраивается вторая платформа. Вдоль оси тележки проходит труба-воздухосборник, имеющая патрубки на нижней платформе и от-
ветвления с патрубками на верхнюю платформу (фиг. 213). Установ-



Фиг. 212. Общий вид пресса автоклава для выклейки обшивок из шпона.
1—баллон; 2—люк; 3—подвеска для крышки люка; 4—балочка; 5—рельсы; 6—тележка; 7—гиб-
кие шланги; 8—разъемное соединение; 9—шланг.

ленные на тележке болваны присоединяются гибкими шлангами к воз-
духосборнику. После загрузки тележки с болванами в баллон воздухо-
сборник сообщается быстроразъемным соединением через гибкий шланг



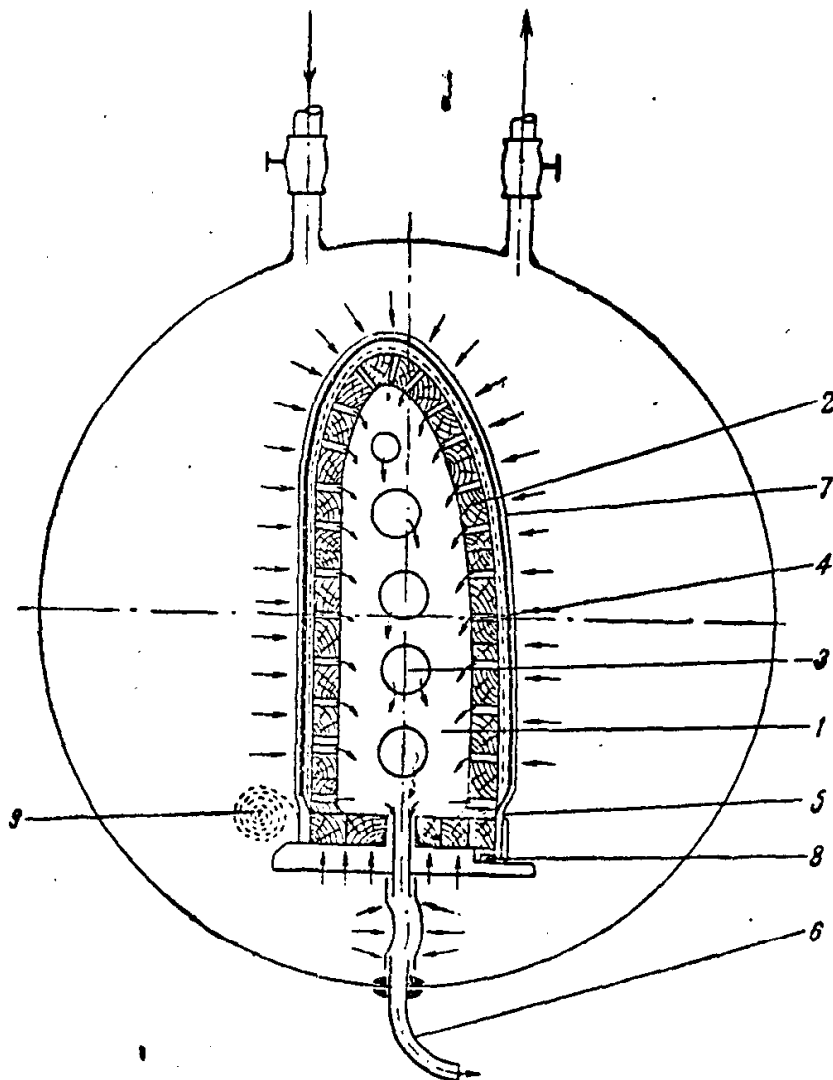
Фиг. 213. Схема отвода воздуха из болвана.

1—контуры тележки; 2—патрубки; 3—воздухосборник; 4—отвод воздуха из болванов в атмосферу.

с трубой для отвода воздуха в атмосферу. Выделяющиеся при запрес-
совке газы и пар, а также плавший в болван воздух через воздухо-
сборник удаляются в атмосферу.

Для экономии производственной площади в цехе можно расположить только люк баллона, а остальную часть его — вне цеха.

Болван для выклейки обшивок состоит из шаблонов со щеками (фиг. 214) и надетых на них брусков, при помощи которых образуется требуемая поверхность. Между шаблонами и щеками имеются свободные полости, связанные друг с другом отверстиями. Рабочая поверх-



Фиг. 214. Схематическое устройство пресса.

1—щеки; 2—бруски; 3—отверстия в щеках; 4—отверстия в брусках; 5—окаймляющая канавка; 6—гибкий шланг; 7—резиновая рубашка; 8—закладная рейка; 9—свернутая резиновая рубашка.

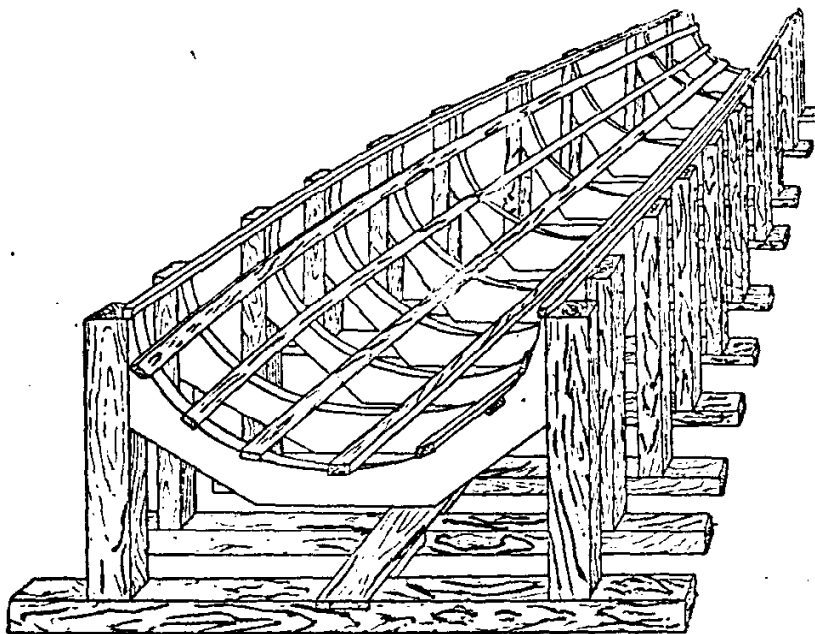
ность болвана также связана с внутренними полостями отверстиями. Внизу болвана, вокруг рабочей его поверхности проходит окаймляющая канавка, соединенная отверстиями с внутренней полостью болвана. Эта канавка при помощи патрубков и гибкого шланга соединена с атмосферой. Поверх болвана помещается откидываемая резиновая рубашка, закрепленная одной стороной на болване и имеющая на другой стороне закладную рейку.

Поверхность болвана для герметичности шпаклюют и окрашивают или покрывают резиной. Болваны перед набором шпона ставят на тележку, резиновую рубашку свертывают и закрепляют сбоку. Рабочая поверхность болвана готовится так же, как и в случае выклейки обшивок пневматическим или гвоздевым способами. На подготовлен-

ную поверхность болвана набирается шпон, который укладывают под резиновый амортизатор, затем закрывают болван резиновой рубашкой, тележку вкатывают в баллон и запирают крышку люка. В баллон подается сжатый воздух давлением $2-5 \text{ кг/см}^2$. Разность давлений снаружи и внутри болвана обеспечивает выклеивание обшивок. Выклейку обшивок в автоклаве можно вести и при повышенной температуре, для чего в баллон проведен змеевик с паром. Качество выклеенных в автоклаве обшивок получается хорошее.

Зачистка, ремонт и испытание обшивок

После выклейки обшивки поступают на отделку; там их размечают, обрезают и зачищают. Большие обшивки размечают по макету каркаса агрегата, малые — по шаблонам.



Фиг. 215. Стапель-решетка для зачистки внутренней стороны обшивок фюзеляжа.

Наружную поверхность зачищают на решетчатых болванах (см. фиг. 202), внутреннюю в стапеле-решетке (фиг. 215) циклями вручную.

Зачистка обшивок вручную очень примитивна и трудоемка. Кроме того, во время работы работницы вдыхают вредную фенольную пыль, образующуюся при зачистке. Поэтому необходимо механизировать зачистку обшивок. Но до сих пор еще не разработано удачной конструкции машинок для зачистки. Трудность механической зачистки обшивок определяется тем, что обшивки имеют сложную конфигурацию с малыми радиусами кривизны, а потеки клея значительно тверже шпона.

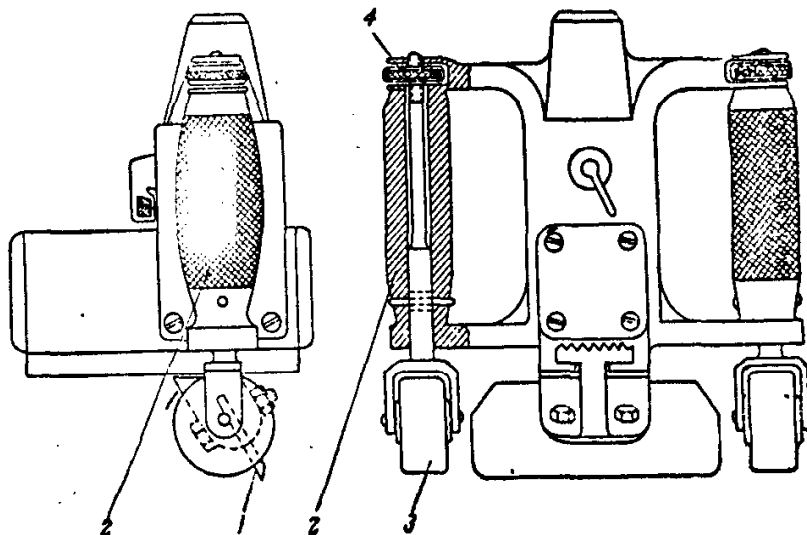
Имеющиеся проекты подобных машинок предусматривают обработку обшивок одной или несколькими циклями (механические скребки), или ножами (с ножевой головкой), или шлифовальным кругом, или шкуркой.

Механический скребок для зачистки обшивок

В основу конструкции положен принцип работы цикли при ручной обработке, только сама цикля приводится в движение двигателем. Рабочим органом может быть одна цикля или набор их. Набор циклей несколько улучшает чистоту обработки, но создает громоздкость кон-

струкции и влечет неудобства в работе, так как стружка и клей скапливаются между циклями и приходится часто останавливать работу для чистки машинки.

Механический скребок с одной циклей (фиг. 216) не имеет этих недостатков. Он состоит из цикли 1, закрепленной в ползуне,двигающемся возвратно-поступательно вдоль корпуса скребка. Для удобства работы цикля смещена от центра ролика на 2—17 мм и делает до 1800 ходов в минуту. Длина хода колеблется в пределах 5—15 мм. Корпус скребка имеет ручки 2 с роликами 3, на которых катится весь механизм. Толщина снимаемого слоя регулируется при помощи гаек 4.



Фиг. 216. Механический скребок для зачистки обшивок, выклеенных из шпона.

Пневматический двигатель расположен в корпусе скребка. Скребок работает сжатым воздухом от сети. Вес его 3,2 кг, расход воздуха при давлении 5—6 ат 1,2 м³/час.

Механические скребки с циклями имеют много недостатков и требуют дальнейшего усовершенствования.

Машинка для зачистки обшивок с ножевой головкой

На фиг. 217 показана машинка ножевого типа для зачистки обшивок. На валик 1, приводимый в движение электродвигателем или сжатым воздухом через гибкий валик, насажена большая шестерня 2, которая через шестерню 4 приводит в движение ножевую головку 3 с четырьмя ножами. Машинка может зачищать горизонтальную, вогнутую и выпуклую поверхности, что на фиг. 217 соответственно показано линиями АВ, CD и ЕК.

Снятие ровного тонкого слоя обеспечивается ограничителем 5, посаженным на палец 6, один конец которого связан с тягой 7, а второй — раздвоен на обе стороны ножевой головки 3. Ограничитель регулируется барашком 8 с пружиной. Схема отсасывания пыли и стружек показана стрелками.

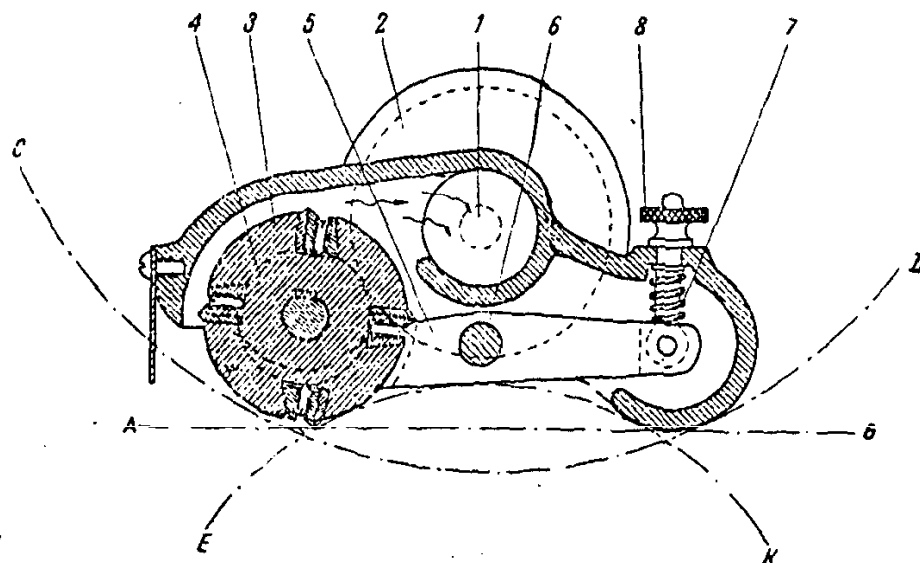
Основным недостатком машинки является малая ее производительность и опасность при работе ввиду большого числа оборотов ножевой головки.

Шлифовальная машинка для зачистки обшивок

Шлифовальная машинка для зачистки обшивок может работать шлифовальным диском или шкуркой. Шлифовальный диск не следует

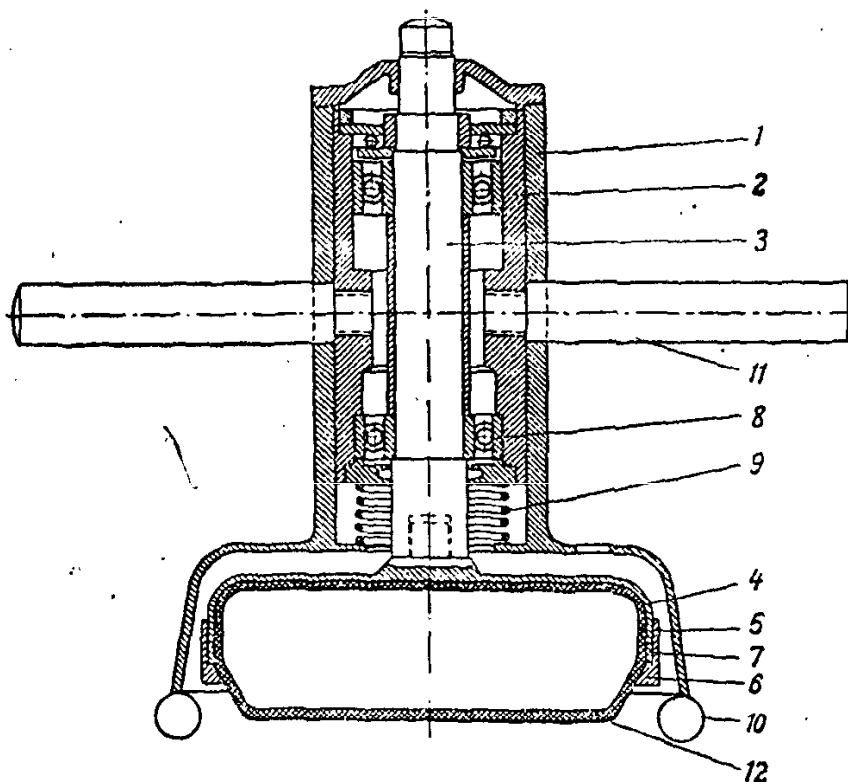
рекомендовать, так как он вследствие своей жесткости не обеспечит хорошей очистки, может сломаться и поранить рабочего.

Шлифовальная шкурка зачищает лучше, но быстро изнашивается и требует частой смены.



Фиг. 217. Машинка с ножевой головкой для зачистки обшивок, выклеенных из шпона.

На фиг. 218 показана машинка со шлифовальной шкуркой для зачистки обшивок. Она состоит из легкого корпуса 1, в котором поме-



Фиг. 218. Шлифовальная машинка для зачистки обшивок, выклеенных из шпона.

щается металлический стакан 2. Верхний конец шпинделя 3, вращающийся в шариковых подшипниках 6, вмонтированных в металлический стакан, соединяется с гибким валом двигателя. Нижний конец шпин-

деля заканчивается чашеобразной частью 4, внутри которой находится резиновый баллон 5.

На чашеобразный конец шпинделя при помощи гайки 6 и прижимного кольца 7 укрепляется плотная шкурка 12, после чего резиновый баллон наполняется воздухом. Мягкая воздушная подушка позволяет обрабатывать неправильные сферические поверхности с требуемой чистотой. Стакан вместе со шпинделем всегда находится под воздействием пружины 9, вследствие чего в нерабочем положении шкурка не касается обрабатываемой поверхности, а машинка опирается на три шарика 10. Легким нажатием на рукоятку 11 преодолевается сопротивление пружины, и шлифовальная шкурка прижимается к обрабатываемой поверхности.

Для чистой обработки поверхности требуется 600—1000 об/мин. шпинделя.

Для смены шкурки следует выпускать воздух из баллона. Для увеличения продолжительности работы можно ставить шлифовальную шкурку в несколько слоев. Пыль отсасывается от шлифовальной машинки по шлангу.

Испытание и ремонт обшивок

Зачищенные обшивки проверяются путем наружного осмотра и простукивания. В местах, где обнаружены непроклейки и пузыри, обшивку вскрывают, клей зачищают и производят ремонт шпоном, застроганным на-ус. Подогнанную по месту и направлению волокон вставку из шпона намазывают клеем и запрессовывают гвоздями на шаблоне или профильной бобышке.

У обшивок можно устранять следующие дефекты:

а) зазоры между полосами шпона наружного слоя на внутренней стороне обшивки; у обшивок, выклеенных смоляными клеями, зазоры, заполненные клеем, не заделываются;

б) непроклейки на внутренних слоях;

в) непроклейки на наружных слоях. Количество ремонтируемых дефектных мест и их размеры устанавливаются в соответствии с действующими на заводе техническими условиями.

После ремонта обшивки предъявляют для контроля.

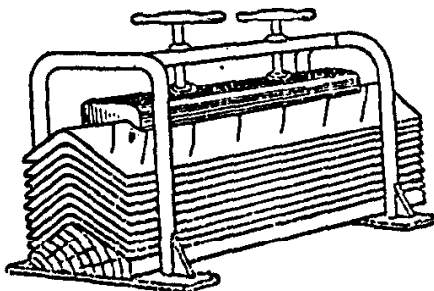
Принятые контролем обшивки поступают на шлифовку и разметку. Шлифуются они шлифовальным диском, насаженным на пневмо- или электродрель, и ленточной шлифовальной машинкой, а размечаются по макету каркаса или шаблону с нанесением каркасной сетки.

Готовые обшивки фюзеляжа в производственных цехах хранят в стапелях-решетках (см. фиг. 215) и на облегченных решетчатых болванах (см. фиг. 202). Более мелкие обшивки в зависимости от их профиля хранятся в стеллажах или болванах соответствующей формы (фиг. 219).

Готовая обшивка должна удовлетворять следующим требованиям:

а) Поверхность обшивки должна иметь плавную форму и совпадать с поверхностью обшиваемого каркаса. Не допускаются провалы, выемки и другие неровности глубиной более 1,5 мм на длине 1000 мм на наружной поверхности обшивки.

б) Влажность обшивки должна быть 7—11%.



Фиг. 219. Винтовой пресс—стеллаж для хранения мелких обшивок.

в) Временное сопротивление скалыванию по склейке в сухом состоянии не менее 18 кг/см^2 . Обшивки, выклеенные смоляным клеем, на водопористость не испытываются.

В готовой обшивке не должно быть расслоений и вздутый шпона, незаделанных непроклеек, расслоений и расщеплений кромок, потеков клея и отпечатков от набегов внутренних слоев.

9. ОСНОВНЫЕ ДЕФЕКТЫ ПРИ ВЫКЛЕЙКЕ ОБШИВОК

1. Местные расслоения, участки со слабой склейкой слоев шпона. Местные расслоения возникают при применении шпона высокой влажности. Шпон, идущий на выклейку обшивок казеиновым клеем, увлажнять свыше 20—25% не следует, так как при этой влажности шпон получает предельное увеличение линейных размеров. При более высокой влажности влага выступает на поверхность шпона и препятствует соединению клея с древесиной. Кроме того, во время запрессовки влага способствует выжиманию клея, вследствие чего образуется голодная склейка.

Шпон, идущий на выклейку обшивок смоляными клеями, должен иметь влажность 7—10%.

2. Набегание лент шпона и зазоры между их кромками возникают при несоблюдении установленных зазоров между лентами шпона при наборе их на болван. При наборе увлажненного шпона величина зазоров устанавливается в соответствии с влажностью шпона в момент его настила на болван.

3. Непроклейки и пузыри. Причины образования: загустевание и полимеризация клея до запрессовки вследствие длительного набора шпона на болван или из-за малой жизнеспособности применяемого клея; неравномерное нанесение клея на шпон и недостаточное удельное давление на склеиваемую поверхность.

Удельное давление при выклейке обшивок должно быть $3—4 \text{ кг/см}^2$. При выклейке обшивок казеиновым клеем следует тщательно притирать киянками ленты шпона друг к другу для устранения попадания воздуха между ними.

4. Отпечатки решетчатой сулагн вследствие высокого давления в начальный период сушки обшивки.

Величина давления на обшивку в процессе ее сушки должна сочетаться с изменением влажности. В начальный период сушки, когда обшивка обладает хорошей пластичностью, удельное давление должно быть $0,1—0,2 \text{ кг/см}^2$; затем давление можно повышать. Режим постепенного повышения давления должен быть строго выдержан.

От неправильного изготовления решетчатой сулагн получают речные вмятины на обшивке; они носят местный характер. Необходимо сразу же устранить неисправности сулагн.

5. Образование гофра. При пневматической запрессовке: а) От недостаточного давления в местах крутых переходов обшивки. На таких местах следует устанавливать добавочную пресскамеру малого размера. При запрессовке воздух сначала нужно подавать в добавочную пресскамеру, а затем в основную.

б) При отсутствии тщательной притирки лент шпона.

При гвоздевой запрессовке: а) От замедленного набора и запрессовки последующих слоев шпона при нанесенном клее на предыдущие слои; при этом древесина неравномерно увлажняется клеем.

6) При отсутствии тщательной притирки лент шпона и запрессовки с большим шагом. При запрессовке гвоздями $1,5 \times 2,5$ мм с сулажками допускается наибольший шаг запрессовки 30—40 мм.

6. Провалы (наиболее часто встречающийся дефект) образуются при: а) различии контуров болвана и самолета; б) высокой и неравномерной влажности обшивок, поступающих на сборку.

7. Вмятины местного характера появляются в результате вдавливания посторонних тел, попавших между выклеиваемой обшивкой и резиновой пресскамерой. Перед опусканием болвана в ванну следует удалить все посторонние предметы, попавшие на пресскамеру, и обдуть ванну струей сжатого воздуха.

8. Разрыв кромок от небрежного снятия обшивок с болвана или из-за плохой подготовки поверхности болвана и сулаги.

10. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ СО СМОЛЯНЫМИ КЛЕЯМИ

Смоляной клей ВИАМ-БЗ в качестве основы имеет фенольно-баритовую смолу ВИАМ-Б, содержащую до 21% свободного фенола.

В процессе приготовления и употребления клея пары фенола наполняют воздух рабочего помещения. Вдыхание же воздуха с высокой концентрацией паров фенола вызывает расстройство пищеварения, головные боли, раздражение дыхательных путей, потливость, общую слабость и заболевания кожи. Поэтому приготовление клея и склеечные работы следует производить в специально отведенном помещении, оборудованном общей мощной приточно-вытяжной вентиляцией с местными отсосами. Предельно допустимая концентрация паров фенола в производственном помещении установлена 0,03 мг/л.

Приточно-вытяжная вентиляция должна обеспечивать безопасную для работы концентрацию паров фенола и иметь следующее устройство по участкам.

Клеезаготовительная мастерская

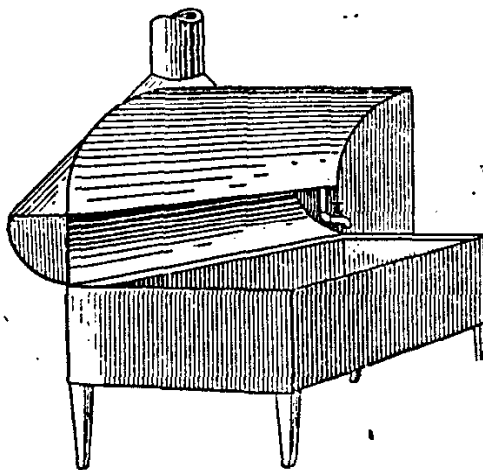
В мастерской должна быть устроена общая приточно-вытяжная вентиляция.

Клеемешалки, ванны для мытья посуды, шкафы для хранения посуды, бачки с клеем должны иметь местный бортовой отсос (фиг. 220), который должен полностью удалять выделяющиеся пары фенола.

На фиг. 221 показан шкаф для хранения посуды с местным бортовым отсосом. В задней стенке шкафа имеются окна, соединенные с воздуховодом вытяжной вентиляции. Для полного удаления паров фенола окна прорезаны по всей высоте шкафа. Скорость воздуха в сечении шкафа и ванны должна быть 0,2 м/сек.

Показания на фиг. 220 и 221 устройства местного отсоса являются типичными для клеезаготовительной мастерской.

Пол в мастерской должен выкладываться из метлахских плиток с заливкой швов жидким стеклом и



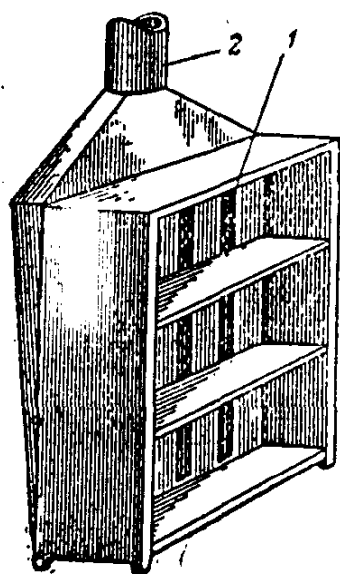
Фиг. 220. Ванна для мытья посуды с бортовым отсосом.

иметь уклон и сточные краны для спуска воды. Стены на высоту 1,5—2,0 м облицовываются стеклянными плитками или покрываются масляной краской.

Участок склейки

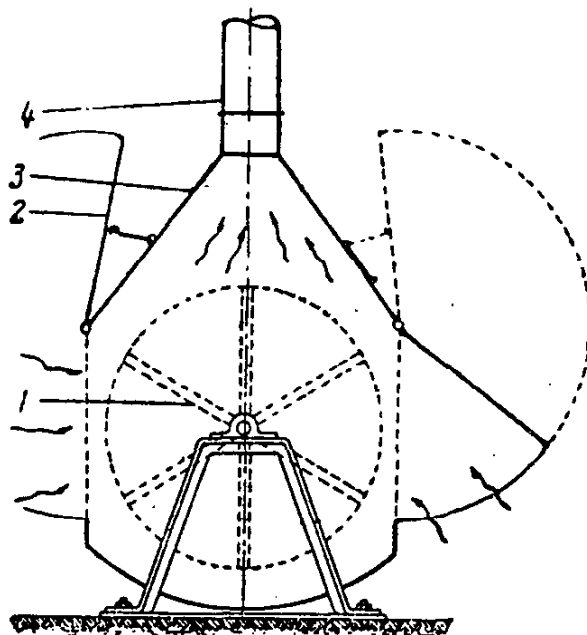
Склейку следует производить в помещении, изолированном от других участков цеха и оборудованном общей приточно-вытяжной вентиляцией с местным отсосом от рабочих мест сосредоточенной склейки. На рабочих местах сосредоточенной склейки может быть следующее оборудование:

а) веерный пресс для склейки щитков из планок по ширине;



Фиг. 221. Шкаф для хранения посуды с бортовым отсосом.

1—окно; 2—воздуховод вытяжной вентиляции.



Фиг. 222. Веерный пресс с устройством местного отсоса в виде кожуха.

1—веерный пресс; 2—дверка; 3—кожух; 4—воздуховод вытяжной вентиляции.

б) винтовые гидравлические и пневматические прессы для склейки планок на-ус, склейки щитков по толщине и выклейки полок лонжеронов;

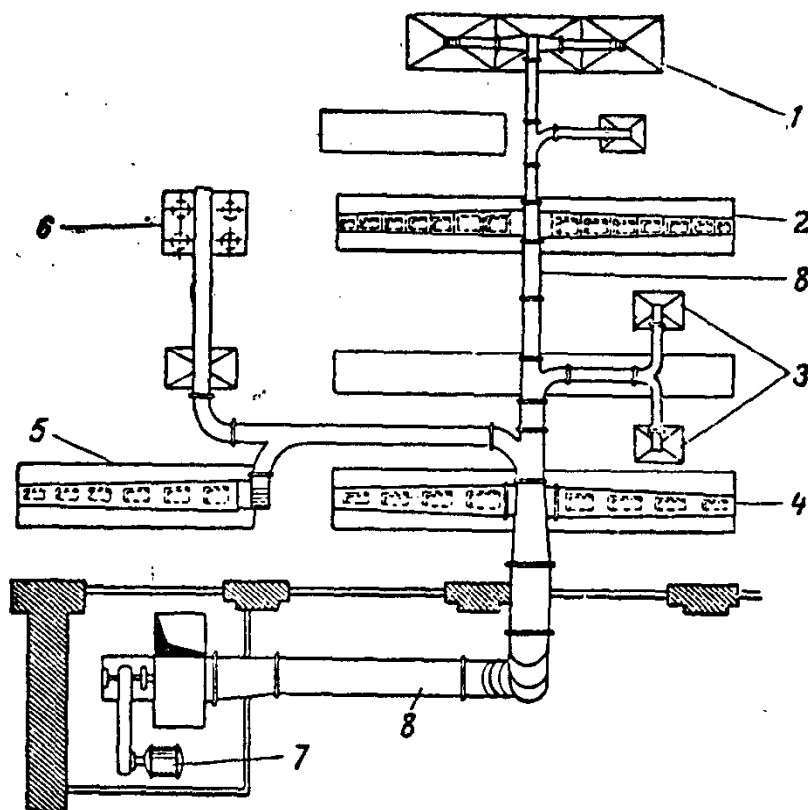
в) механические клеенаносители.

На фиг. 222 изображен веерный пресс с местным отсосом в виде кожуха. Кожух имеет по длине два окна, расположенные одно против другого на уровне рабочей зоны. Дверки окон прикреплены к кожуху на шарнирах. Во время работы на прессе с одной стороны дверка на этой стороне должна быть открыта, а дверка на противоположной стороне закрыта. При работе на прессе с двух сторон оба окна кожуха открываются. После запрессовки щитков в прессе обе дверки кожуха закрывают и включают вентилятор местного отсоса. Скорость воздуха в сечении дверки должна быть 0,6—0,7 м/сек.

Описанное устройство местного отсоса является типичным для оборудования участка склейки. Для винтовых, гидравлических и пневматических прессов рекомендуется устраивать бортовой отсос, идущий по всей длине прессы. Такое устройство местного отсоса в сочетании с общей вытяжной системой вентиляции обеспечит безопасную работу на участке.

Для создания равномерной скорости отсасываемого воздуха рекомендуется воздуховод делать переменного по длине сечения.

На фиг. 223 показана принципиальная схема расположения оборудования на участке склейки с устройством вентиляции.



Фиг. 223. Схема расположения оборудования с устройством вентиляции на участке склейки.

1—верный пресс; 2—пневматический пресс для склейки планок на-ус; 3—механические клееносители; 4—пневматический пресс для выклейки полок лонжеронов; 5—винтовой пресс для склейки планок на-ус; 6—пневматический пресс для склейки щитков по толщине; 7—электродвигатель вентиляционной установки; 8—воздуховод вытяжной вентиляции.

Участок выклейки обшивок из шпона

На крупносерийных заводах вследствие большого объема работ по выклейке и зачистке обшивок, а следовательно, и сильного насыщения воздуха парамн фенола и пылью, выклейку обшивок необходимо производить в специально отведенном помещении. Приточно-вытяжная вентиляция с местными отсосами от прессов и машинок для зачистки обшивок должна обеспечивать достаточный обмен воздуха.

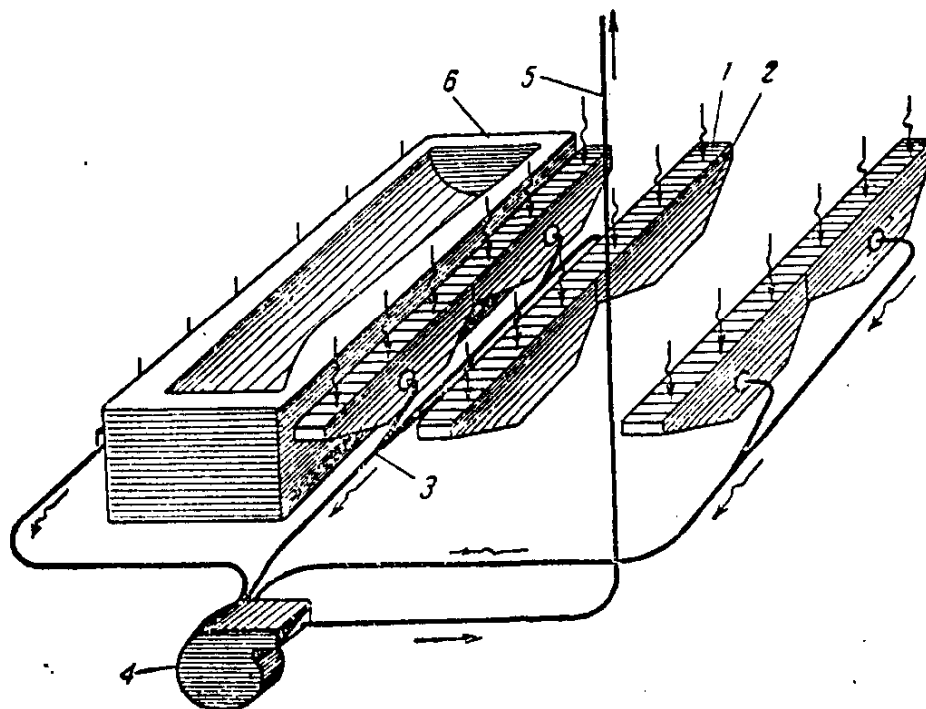
Прессы следует оборудовать низовым отсосом. При этом кожух не будет мешать работе. На фиг. 224 показана схема низового отсоса от пневматического пресса, рассчитанная на два пресса (один из прессов для ясности схемы условно не показан).

Выделяющиеся пары фенола засасываются через металлическую решетку 1, расположенную на уровне пола около пресса, в кожух 2, из которого по воздуховодам 3 направляются в вентилятор 4. Вентилятор гонит воздух в воздуховод 5. Для устранения попадания посторонних предметов в вентилятор в месте соединения кожуха с воздуховодом следует поставить металлическую сетку. Пары фенола тяжелее воздуха и скапливаются внизу. Над прессом должно быть установлено устройство, подающее свежий воздух. Вытекающая из него струя подогретого до 18—22° воздуха направляется на пресс и защищает рабочих от паров фенола во время работы.

Рабочие, занятые зачисткой обшивок, должны работать в респираторах.

На сборочных и других участках, где клей применяется в небольших количествах, для удаления паров и пыли фенола рекомендуется устройство общей системы приточно-вытяжной вентиляции.

Для деревообделочных цехов следует рекомендовать приточно-вентиляционные камеры системы Carrier, так как они компактны и обеспечивают кондиционирование воздуха в цехах.



Фиг. 224. Схема установки низового отсоса паров фенола от пневматических прессов.

1—металлическая решетка; 2—кожух; 3—воздуховод; 4—вентилятор; 5—воздуховод, выбрасывающий наружу вредные газы; 6—ванна пневматического пресса.

На участках склеечных работ полы должны быть из материала, позволяющего чисто вымыть их.

К работам, связанным с клеем, следует допускать лишь рабочих, прошедших медицинский осмотр и инструктаж по технике безопасности и производственной санитарии. Всех рабочих не реже одного раза в месяц следует подвергать медицинскому освидетельствованию.

Рабочим, занятым приготовлением клея, его выдачей, мойкой посуды и склейкой, необходимо выдавать следующую защитную одежду:

Комбинезон плотной ткани	на 12 мес.
Прорезиненный фартук	6 .
Технические резиновые перчатки	1 .
Косынка на голову	6 .
Резиновые сапоги для рабочих по приготовлению клея и мойке посуды	12 .

По окончании работ спецодежда должна храниться в специальных шкафчиках, отдельно от личной одежды.

Рабочим после работы должен быть обеспечен горячий душ и в умывальниках — горячая вода.

ПОДОГРЕВ ДЕТАЛЕЙ ПРИ СКЛЕЙКЕ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Применение подогрева при склеивании деталей ускоряет затвердевание клеев, сокращает выдержки в пять-шесть раз и позволяет увеличить выпуск продукции без увеличения производственной площади и оснастки. Особенно большое значение имеет подогрев при ремонтных работах в полевых условиях в холодное время года.

Склеиваемые детали следует нагревать постепенно до температуры клеевого соединения 60° . Режим склейки с применением подогрева следующий:

а) Выдержка деталей в запрессованном состоянии до подогрева 10—15 мин.

б) Подогрев. Продолжительность подогрева в каждом отдельном случае устанавливается опытным путем и зависит от толщины подогреваемого материала, характера склеиваемых деталей, применяемого клея и температуры нагрева.

в) Выдержка в запрессованном состоянии после подогрева зависит от толщины прогретого материала и характера детали и колеблется в пределах 10—30 мин.

г) Свободная выдержка до механической обработки производится в производственных цехах при температуре не ниже 16° и при влажности воздуха, обеспечивающей равновесную влажность древесины 8—12%. Продолжительность свободной выдержки устанавливается опытным путем в каждом отдельном случае и зависит от толщины склеиваемых деталей, применяемого клея, количества фуг, профиля деталей и характера последующей обработки.

Детали, склеенные смоляными клеями, выдерживают свободно перед обработкой на станках не менее 2 час., а перед обработкой вручную — не менее 1 часа. Детали, склеенные казеиновым клеем из 5—10 и более планок толщиной 2—5 мм, сильно увлажняются и требуют более продолжительной свободной выдержки. В отдельных случаях свободная выдержка этих деталей может превышать 10—15 час.

В процессе производства сложных агрегатов некоторые склеенные детали повторно нагреваются до температуры $50—60^{\circ}$ два, три и даже более раз. Исследованиями авторов установлено, что нагревание 3—4 раза до температуры $50—60^{\circ}$ продолжительностью 1 час каждое с перерывами между ними не менее 2—3 час. не понижает качества клеевого соединения казеиновых и смоляных клеев.

В самолетостроении применяются контактный электроподогрев, рефлекторный, казенный и подогрев горячим воздухом, подводимым по трубе или шлангу.

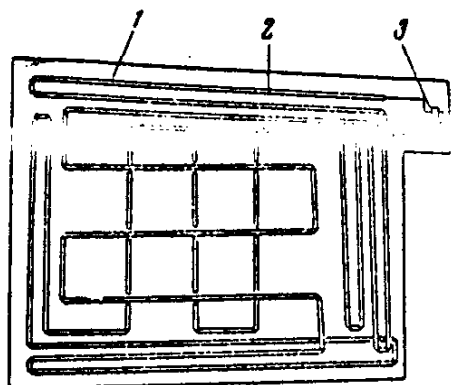
2. КОНТАКТНЫЙ ЭЛЕКТРОПОДОГРЕВ

Контактный электроподогрев осуществляется электронагревателями сопротивления путем непосредственного контакта нагревателя со склеиваемой деталью. Такой подогрев применяется на сборочных работах, склейке заготовок, щитков и деталей, фанеровке и выклейке обшивок из шпона при толщине прогреваемых деталей до 15 мм. Главной частью нагревателя является металлическая лента, нагреваемая проходящим по ней переменным током. Для питания электронагревателей, в зависимости от их мощности, применяется однофазный или трехфазный ток.

Электронагреватели могут быть съемные, накладываемые на склеиваемую деталь перед запрессовкой и помещаемые с нею в прессы, и

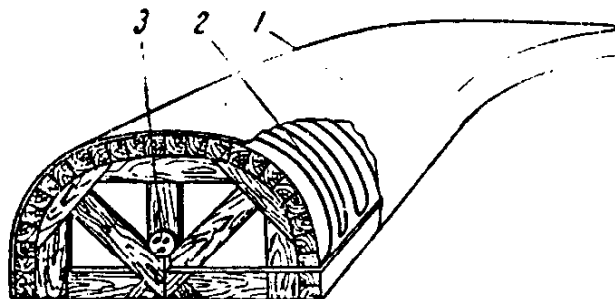
стационарные, установленные в прессах на шаблонах и плазах. По форме они делаются или плоские — в виде плоских лент, или рельефные — в виде сильно изогнутых листов.

Различают сплошные нагреватели — с лентой, покрывающей зигзагообразно всю площадь нагревателя и контурные — с лентой, расположенной по контурам, совпадающим с контурами склейки деталей.



Фиг. 225. Съемный контурный открытый электронагреватель для приклейки обшивки к каркасу центроплана.

1—основание нагревателя; 2—нагревательная лента; 3—контакт нагревателя.

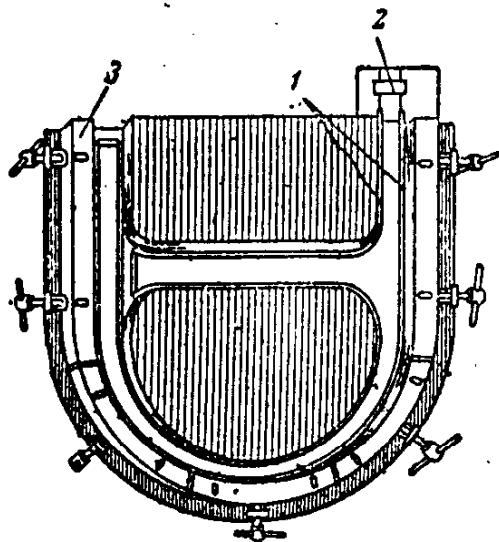


Фиг. 226. Стационарный сплошной закрытый нагреватель-шаблон для выклейки обшивок из шпона.

1—предохранительный слой; 2—нагревательная лента; 3—контакт нагревателя.

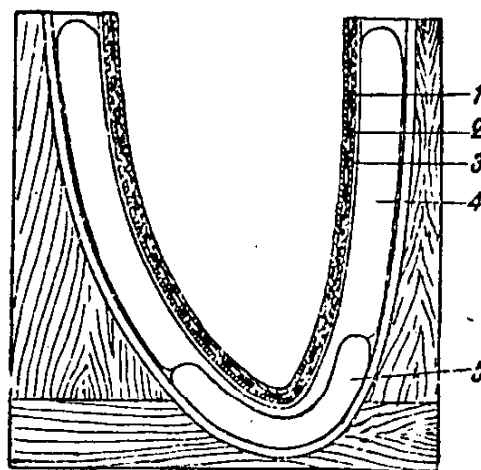
Нагреватели могут быть закрытые — с лентой, закрытой тонким слоем фанеры или шпона, и открытые — с лентой, которая касается поверхности склеиваемой детали.

Закрытые нагреватели применяются в тех случаях, когда возможно затекание клея под ленту, а открытые — при склейке деталей, не



Фиг. 227. Стационарный контурный открытый нагреватель для сборки шангоутов.

1—нагревательная лента; 2—контакт; 3—сборочное приспособление.



Фиг. 228. Рельефный сплошной нагреватель для приклейки лобовой обшивки крыла.

1 и 3—фанера; 2—нагреватель; 4 и 5—резиновые мешки.

имеющих на соприкасающейся с нагревателем поверхности потеков клея или выходящих наружу клеевых швов (при фанеровке деталей и др.).

Электронагреватели изготавливаются для каждой склеиваемой с подогревом детали, и выбор типа их определяется конструкцией детали.

Съемные нагреватели применяются для подогрева деталей, склеиваемых в многэтажных прессах, небольших деталей и при приклейке обшивок на каркасы (фиг. 225). Стационарные нагреватели (фиг. 226 и 227) применяются при выклейке обшивок из шпона на болванах и при сборке и фанеровке деталей на сборочных приспособлениях.

Плоские нагреватели (см. фиг. 225) применяются при подогреве плоских или с небольшой кривизной склеиваемых деталей, а рельефные (фиг. 228) — для деталей большой кривизны.

Сплошные нагреватели применяются для подогрева деталей, имеющих большие поверхности склейки (см. фиг. 226), и контурных с частым переплетом каркаса (см. фиг. 228). Контурные нагреватели применяются при склейке контурных деталей с редким переплетом каркаса.

При толщине нагреваемой детали до 7--8 мм применяется односторонний подогрев, при большей толщине — двухсторонний.

Расчет электронагревателей

Ширина нагревательной ленты определяется по формуле

$$a = \sqrt{\frac{b^2}{4} + \frac{10^6 \cdot W_p S^2}{\delta v^2}} - \frac{b}{2}, \quad (1)$$

где a — ширина ленты в мм;

W — необходимая удельная мощность нагревателя в квт/м^2 ;

S — расчетная площадь нагревателя в м;

v — расчетное напряжение в в;

ρ — удельное сопротивление материала ленты в $\frac{\text{ом/мм}^2}{\text{м}}$;

δ — толщина ленты в мм;

b — расстояние между полосами ленты на нагревателе в мм.

Длина l ленты в метрах определяется по формуле

$$l = \frac{10^3 S}{a + b}.$$

Сопротивление R ленты в омах определяется по формуле

$$R = \frac{\rho l}{a \delta}, \quad (3)$$

а сила тока I в амперах — по формуле

$$I = \frac{v}{R}. \quad (4)$$

Все величины, входящие в правую часть формулы (1), определяются перед расчетом нагревателей.

Удельная мощность нагревателей

Электронагреватели должны по условиям склейки авиационных деталей за 30—45 мин. нагрева развивать на своей поверхности температуру 70—80°. Опытном установлено, что для этого требуется удельная мощность 1 квт/м^2 . Электронагреватели с такой удельной мощностью и рекомендуется применять на всех склеечных операциях.

Мощность нагревателя для другого режима определяется подсчетом теплового баланса или опытными заклеями с измерением мощности, потребляемой нагревателем. В табл. 38 приведено примерное

соотношение между максимальной температурой, развиваемой электронагревателем, и потребной для этого удельной мощностью.

Таблица 38

Потребная удельная мощность для создания максимальной температуры на поверхности нагревателя

Максимальная температура электронагревателя градусы	60	70	80	90	100	110	120
Удельная мощность квт/м ²	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0

Расчетная площадь нагревателей

Расчетная площадь сплошного нагревателя однофазного тока равна площади склеиваемой детали с припуском 30 мм по контуру для равномерного обогрева кромок.

Для контурного нагревателя однофазного тока расчетная площадь равна удвоенной сумме площадей полок каркаса, по которым производится склейка.

Нагреватели трехфазного тока состоят из трех секций, из которых рассчитывается только одна. Расчетная площадь в этом случае равна расчетной площади одной секции сплошного или контурного нагревателей.

Расчетное напряжение

Напряжение включения нагревателей выбирается в зависимости от их общей мощности. Чем больше мощность нагревателя, тем больше должно быть напряжение его включения. При несоответствии напряжения мощности нагревателя может получиться очень малая ширина нагревательной ленты или большая сила тока. Малая ширина нагревательной ленты получается при слишком большом выбранном напряжении, а большая сила тока — при слишком малом напряжении.

Рекомендуются следующие напряжения включения в зависимости от мощности нагревателей:

Мощность нагревателя, квт	Напряжение включения, в
До 0,25	12
0,36—0,72	36
0,77—0,90	64
1,10—2,00	120
2,20—4,00	220
Свыше 4,00	380

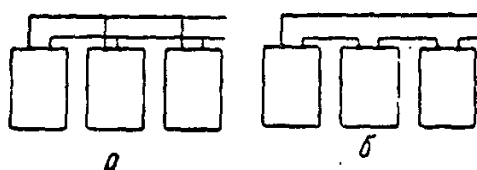
В формулы расчета нагревателей вводится расчетное напряжение, которое зависит от способа подключения нагревателей к питающей сети. Нагреватели однофазного тока соединяются преимущественно параллельно и лишь в том случае, если при расчете получается малая ширина ленты, применяется последовательное включение.

Параллельное включение. Расчетное напряжение для каждого нагревателя равно напряжению сети, к которой подключаются нагреватели. Каждый нагреватель рассчитывается отдельно. Общая

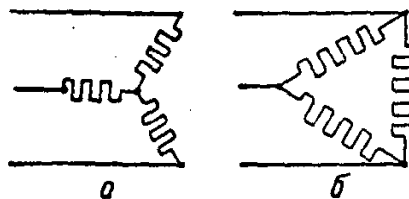
мощность параллельно соединенных нагревателей не должна превышать мощности источника тока.

Последовательное включение. При подключении к сети нескольких нагревателей, равных по сопротивлению, расчетное напряжение для каждого нагревателя будет равно напряжению сети, деленному на количество нагревателей, подключенных последовательно в сеть. Если расчетное напряжение не совпадает со стандартным, то за расчетное напряжение принимается напряжение сети, а за расчетную площадь — сумма расчетных площадей всех нагревателей цепи. Полученная длина нагревательной ленты будет суммарной длиной всех нагревателей.

На фиг. 229 показаны схемы параллельного и последовательного соединений нагревателей.



Фиг. 229. Схема включения электронагревателей однофазного тока.
а — параллельно; б — последовательно.



Фиг. 230. Схема включения электронагревателей трехфазного тока.
а — треугольником; б — звездой.

Нагреватели трехфазного тока

Секции нагревателей трехфазного тока соединяются треугольником и лишь в том случае, если при расчете получается малая ширина ленты, соединяются звездой (фиг. 230). Расчетное напряжение нагревателей при соединении секций треугольником равно напряжению сети, а при соединении звездой в 1,73 раза меньше напряжения сети трехфазного тока, к которой нагреватели подключаются.

Удельное сопротивление для материалов ленты берется по справочнику. При неизвестном материале удельное сопротивление ленты измеряют при помощи мостика на образцах длиной 1 м и шириной 10 мм. Толщина нагревательной ленты должна быть в пределах 0,1—0,3 мм и как исключение 0,5 мм.

От расстояния между полосами ленты при укладке ее на нагреватель зависит равномерное распределение температуры по всей площади нагревателя. При расстоянии между полосами ленты 5 мм колебаний температуры в различных точках нагревателя не наблюдается. Поэтому при расчете нагревателей принимается $b=5$ мм.

Ширина нагревательной ленты, вычисленная по формуле (1), должна быть не меньше 5 мм. При изготовлении нагревателей с поверхностью двойной кривизны лента, укладываемая на нагреватель, должна плотно прилегать к поверхности, без образования карманов. В контурных нагревателях общая ширина ленты, составленная из нескольких полосок с промежутками между ними по 5 мм, не должна превышать ширины наибольшего количества склеиваемых полос больше, чем в два раза. В том случае, когда ширина нагревательной ленты выходит за установленные пределы, подбирают ленту требуемой ширины, изменяя способ подключения нагревателя, напряжение подключения или материал ленты.

Ширину нагревательной ленты можно определять по номограмме, приведенной в приложении 1, которая построена для следующих значений:

Удельная мощность W 1 кВт/м²
 Расчетная площадь S 0,02—10 м²
 Расчетное напряжение U 12; 24; 36; 120; 220 и 380 в
 Удельное сопротивление материала ленты ρ 0,01—1,0 $\frac{\text{ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$
 Толщина материала ленты δ 0,10; 0,15; 0,20; 0,25; 0,30 мм
 Расстояние между полосами ленты при укладке на нагреватель b 5 мм

По этой номограмме можно определить ширину ленты для нагревателей с удельной мощностью, отличной от 1 кВт/м².

С правой стороны номограммы выбирается вертикальная шкала, соответствующая толщине ленты, и на шкале отмечается точка m , соответствующая удельному сопротивлению материала ленты. Точку m соединяют с началом координат тонкой линией. Внизу номограммы выбирается горизонтальная шкала, соответствующая расчетному напряжению, и на этой шкале отмечают точку n , соответствующую расчетной площади нагревателя. Из точки n восстанавливают перпендикуляр до пересечения с линией Om в точке k и на оси ординат против точки k отсчитывают значение ширины ленты.

Для определения по номограмме ширины ленты к нагревателю с удельной мощностью, отличной от 1 кВт/м², пользуются формулой

$$a_u = ka_1,$$

где a_u — ширина ленты для нагревателей с удельной мощностью u кВт/м² в мм;

a_1 — ширина ленты для нагревателя с удельной мощностью 1 кВт/м², определенная по номограмме, в мм;

k — коэффициент, зависящий от удельной мощности нагревателя.

Значения коэффициента k даны в табл. 39.

Таблица 39

Значения коэффициента k

Удельная мощность нагревателя кВт/м ²	Значения коэффициента k при a_1 , мм						
	5,0—6,0	6,5—7,5	8,0—9,5	10,0—19,5	20,0—29,5	30,0—60,0	Свыше 60,0
0,8	0,86	0,87	0,88	0,89	0,89	0,89	0,89
1,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,2	1,13	1,12	1,11	1,10	1,10	1,10	1,09
1,4	1,25	1,23	1,21	1,20	1,19	1,19	1,18
1,6	1,36	1,34	1,30	1,29	1,28	1,27	1,27
1,8	1,46	1,44	1,39	1,37	1,36	1,35	1,35
2,0	1,56	1,53	1,47	1,45	1,44	1,43	1,42

Длина нагревательной ленты определяется по формуле

$$l = \frac{10^3 S}{a + b},$$

где l — длина нагревательной ленты в м;
 a — ширина ленты в мм;
 b — расстояние между полосами ленты при укладке ее на нагревателе в мм.

В том случае, если полученная по расчету длина ленты окажется недостаточной для размещения по контурам склейки, следует изменить способ расположения лент или снять по одной полоске в местах большого перекрытия ширины склейки. При излишке длины ленты остаток укладывают на свободной площади между контурами склейки. Изменять расчетную длину ленты (добавлять или укорачивать) нельзя, так как это изменит мощность нагревателя.

В нагревателях, применяемых в самолетостроении, обычно сила тока не превышает 30—40 а.

Превышать эти значения не рекомендуется. Размеры изолированных проводов с допускаемой нагрузкой приведены в табл. 40.

Таблица 40
Размеры изолированных проводов с допускаемой нагрузкой

Сечение провода мм ²	Наивысший ток, а		Сечение провода мм ²	Наивысший ток, а	
	медные провода	алюминиевые провода		медные провода	алюминиевые провода
1,0	11	8	6	31	24
1,5	14	10	10	43	34
2,5	20	15	16	75	60
4,0	25	20	25	100	80

Правильность расчета нагревателя проверяется сравнением мощности нагревателя, полученной расчетом, с мощностью, требуемой технологической операцией.

Мощность, полученную расчетом, определяют по формуле

$$W_{\text{расч}} = \frac{I_0}{1000},$$

где I — полученная расчетом сила тока, протекающего по ленте, в а;
 U — расчетное напряжение в в.

Мощность, требуемая технологической операцией, определяется по формуле

$$W_{\text{треб}} = wS,$$

где w — удельная мощность нагревателя, в квт/м²;
 S — расчетная площадь нагревателя в м².

Отклонение расчетной мощности от требуемой не должно превышать $\pm 10\%$.

Примерный расчет контурного нагревателя однофазного тока

Требуется изготовить плоский контурный нагреватель с максимальной температурой поверхности 90° для приклейки обшивки к каркасу, изображенному на фиг. 231 (показано пунктиром).

Расчетная площадь

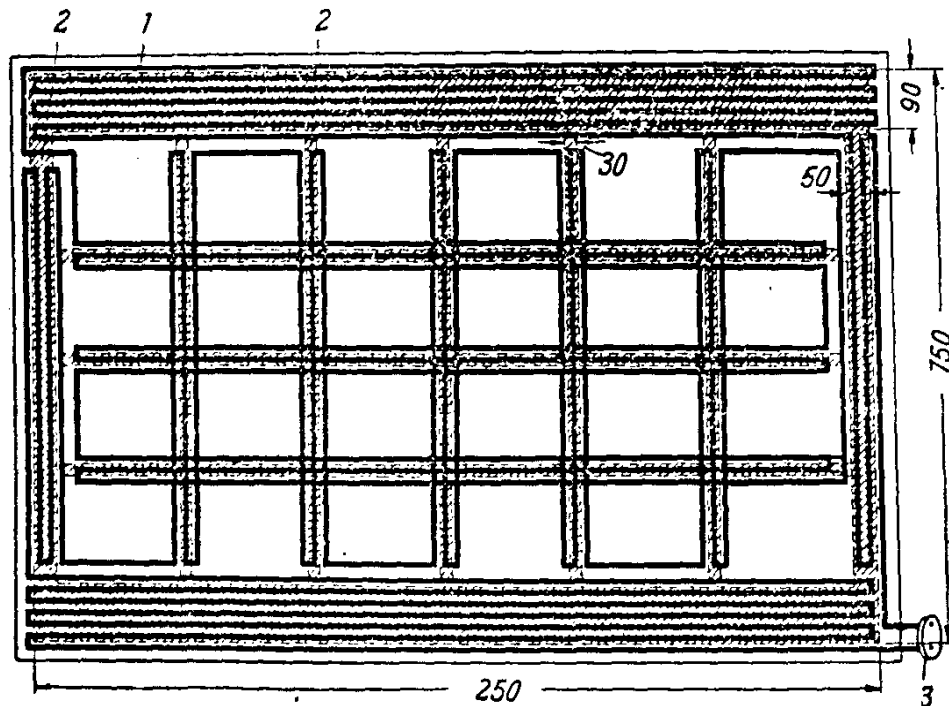
Площадь склейки:

$$S_1 = 2 \times 0,09 \times 2,5 + 2 \times 0,05 \times 0,57 + 5 \times 0,03 \times 0,57 + 3 \times 0,03 \times 2,25 = 0,796 = 0,8 \text{ м}^2.$$

Расчетная площадь контурного нагревателя равна удвоенной площади склейки:

$$S = 2; \quad S_1 = 2 \times 0,8 = 1,6 \text{ м}^2.$$

Удельная мощность. Из табл. 38 находим для нагревателей с максимальной температурой на поверхности 90° удельную мощность $w = 1,4 \text{ кВт/м}^2$.



Фиг. 231. Схема каркаса и расположения нагревательной ленты контурного нагревателя.

1—нагревательная лента; 2—контуры обшиваемого каркаса; 3—контакт нагревателя.

Общая мощность нагревателя будет:

$$W = wS = 1,4 \cdot 1,6 = 2,24 \text{ кВт.}$$

Расчетное напряжение. Напряжение включения нагревателя с мощностью 2,24 кВт берем 220 в и включаем его в сеть параллельно другим нагревателям. Расчетное напряжение нагревателей, включенных параллельно в сеть, как было сказано выше, равно напряжению включения. Следовательно, для нашего нагревателя расчетное напряжение будет 220 в.

Материал и сечение нагревательной ленты. Берем нагревательную ленту из нержавеющей стали толщиной 0,2 мм с удельным сопротивлением 0,8 ом/мм² и расстояние между полосами ленты 5 мм.

Ширина нагревательной ленты. В нашем случае ширина наибольшего количества склеиваемых полок равна 30 мм, следовательно, ширина одной или нескольких полосок ленты должна быть в пределах 30—60 мм. Ширина ленты для нагревателей с удельной мощностью 1 кВт/м² по номограмме $a_1 = 13 \text{ мм}$.

Для получения ширины ленты для нагревателей с удельной мощностью $1,4 \text{ кВт/м}^2$ следует найденную ширину $a_1 = 13 \text{ мм}$ умножить на коэффициент k . Для нашего случая по табл. 39 $k = 1,20$ и

$$a = a_1 \cdot k = 13 \cdot 1,2 = 15,6 = 15,5 \text{ мм.}$$

Длина ленты

$$l = \frac{10^3 S}{a + b} = \frac{1000 \cdot 1,6}{15,5 + 5} = 78 \text{ м.}$$

Схема расположения ленты на нагревателе изображена на фиг. 231, причем ширина контуров с лентой превышает в 1,5—2,0 раза ширину склеиваемых полок нервюр, стрингеров и лонжеронов.

Сопротивление нагревательной ленты

$$R = \frac{\rho l}{a b} = \frac{0,8 \cdot 78}{15,5 \cdot 0,2} = 20,1 \text{ ом,}$$

а сила тока

$$I = \frac{v}{R} = \frac{220}{20,1} \approx 11 \text{ а.}$$

Для подведения тока к нашему нагревателю медные провода должны иметь сечение 1 мм^2 , алюминиевые — $2,5 \text{ мм}^2$.

Расчетная мощность нагревателя

$$W_{\text{расч}} = \frac{I v}{1000} = \frac{11 \cdot 220}{1000} = 2,42 \text{ кВт,}$$

а требуемая — $2,24 \text{ кВт}$. Отклонение расчетной мощности от требуемой не превышает 10%.

Расчет нагревателей трехфазного тока ведется только по одной секции. Общая длина ленты всего нагревателя равняется утроенной длине ленты, полученной по расчету.

Изготовление контактных электронагревателей

Электронагреватели изготавливаются по расчет-заданию и чертежам технического бюро цеха подогрева.

Расчет-задание состоит из двух разделов (см. приложение 2) — в первый заносят расчетные данные нагревателя, а во второй — данные, полученные при проверке.

Плоские электронагреватели

Нагревательная лента может быть изготовлена из рулонной или листовой нержавеющей стали, стали, меди, различных медных сплавов и железа толщиной 0,1—0,3 мм и как исключение 0,5 мм. Лучшим материалом является нержавеющая сталь. Медь и медные сплавы имеют небольшую механическую прочность и малое сопротивление, а железо и сталь быстро разрушаются от коррозии.

Разрезать рулон или листы на полосы требуемой ширины следует роликовыми ножницами со сменными роликами. Разрезать ленту вручную не рекомендуется, так как не обеспечивается одинаковая ширина ленты, а сама операция очень трудоемка.

По длине ленту стыкуют внахлестку с пайкой оловянным припоем; длина нахлестки должна быть не меньше ширины ленты.

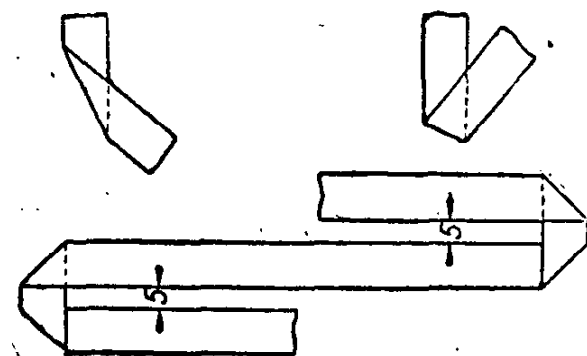
Готовую ленту укладывают на фанерный лист толщиной 1,0—1,5 мм, вырезанный по размеру прогреваемой детали с необходимым припуском. При укладке лента изгибается под различными углами, как

показано на фиг. 232, и прикрепляется через каждые 150 мм к фанерному листу (основанию) алюминиевыми или дуралюминовыми заклепками с потайной головкой. Иногда ленту закрепляют гвоздями размером 1×12 или $1,2 \times 20$ мм, но это можно делать только в тех случаях, когда основание толще 5 мм, так как при этом необходимо с обратной

стороны гвозди обкусывать, расклепывать и зачищать заподлицо с поверхностью нагревателя.

В местах выхода ленты укрепляется штепсельная вилка на специальной площадке, на которую для прочности наклеивается фанерная квадратная планка толщиной 5 мм.

При изготовлении закрытых нагревателей на ленту наклеивают казеиновым клеем фанеру толщиной 1,0—1,5 мм. Для увеличения крепости электронагревателей рекомендуется на ленту



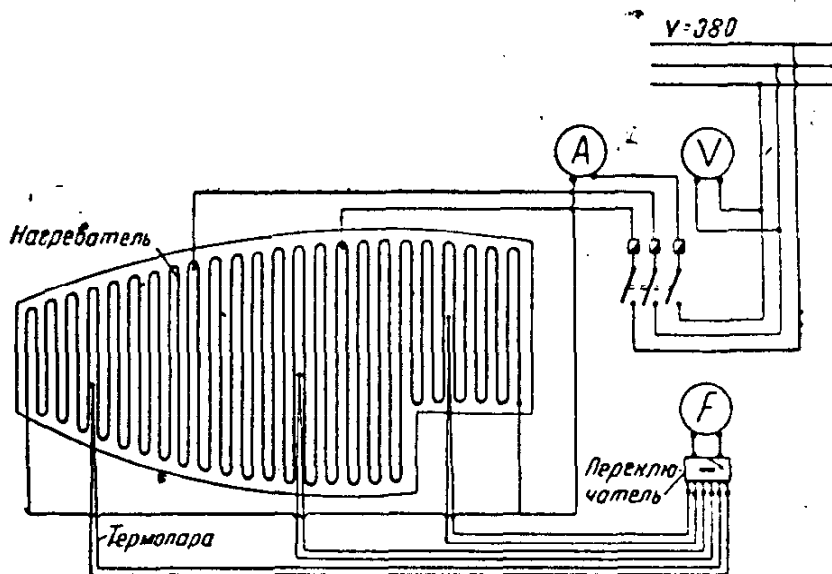
Фиг. 232. Способы изгибов ленты при укладке ее на нагреватель.

наклеивать сначала ткань, а затем фанеру, а торцевые кромки оклеивать тканью во избежание расслоения фанеры.

В гибких нагревателях типа ковриков ленту закрепляют пистонами на прорезиненной ткани, затем покрывают вторым листом прорезиненной ткани и прошивают на швейной машине между рядами уложенной ленты.

Стационарные нагреватели на шаблонах

При изготовлении закрытых нагревателей на шаблонах (см. фиг. 226) рабочую поверхность шаблонов сострагивают на толщину предохранительного слоя. Для размещения подводящих проводов



Фиг. 233. Соединение секции нагревателя трехфазного тока треугольником.

вдоль шаблонов по всей их длине ниже рабочей поверхности делают канавки глубиной 8—10 мм. На рабочей поверхности шаблонов укладывают ленту с расстоянием между краями ленты не менее 5 мм и крепят ее к шаблону гвоздями размером 1×12 мм. Концы ленты выводят в канавки и к ним подпаивают провода. На ленту наклеивают казеиновым клеем предохранительный слой из шпона или фанеры тол-

щиной 3—5 мм в пневмопрессе с давлением 2—3 кг/см². При приклеивании предохранительного слоя шпон или фанеру следует крепить к шаблону амортизационным шнуром, а не гвоздями во избежание повреждения ленты. После затвердевания клея шаблон обрабатывают по продольным и поперечным шаблонам, снятым с плазовой разбивки.

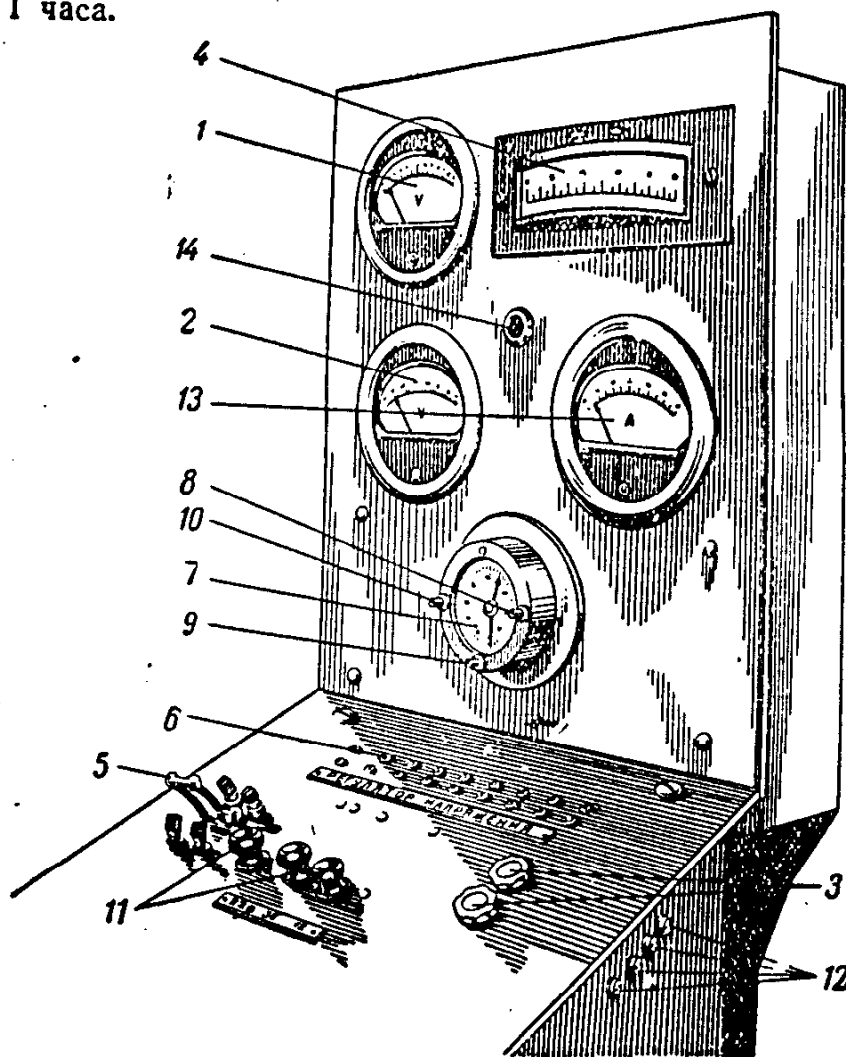
При нагревателе трехфазного тока общую длину ленты делят при помощи мостика на три равные по сопротивлению секции. Секции соединяются треугольником (фиг. 233) или звездой в зависимости от того, на какой способ соединения рассчитан нагреватель.

После изготовления поверхность нагревателей выравнивают, зачищают шкуркой и шпаклюют нитрошпаклевкой.

Во избежание приклеивания во время запрессовки нагреватели покрываются двумя-тремя слоями нитроклея АК-20 при склейке смоляными и казеиновыми клеями и меловым раствором с казеиновым порошком при склейке карбамидными клеями.

Испытание электронагревателей

Перед выпуском в цех нагревателей проверяют: а) внешнее состояние, б) материал нагревательной ленты, в) сечение и длину ленты, г) силу тока, протекающего по ленте, д) напряжение, е) максимальную температуру, развиваемую нагревателем в течение не менее 1 часа.



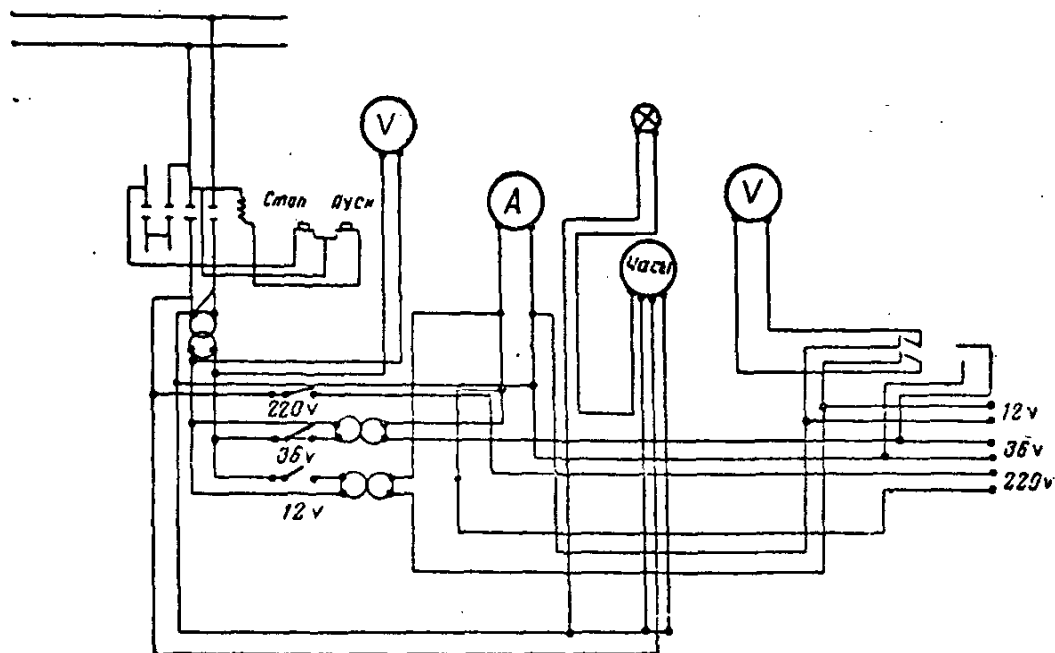
Фиг. 234. Общий вид стенда для испытания электронагревателей.

1—вольтметр для нагревателей с напряжением 220 в; 2—вольтметр для нагревателей с напряжением 12 и 36 в (путем переключения); 3—магнитопускатель; 4—гальванометр; 5—двухполюсный рубильник; 6—автотрансформатор; 7—часы Стромберга; 8—кнопка, при помощи которой устанавливается контрольная стрелка часов Стромберга; 9—то же, рабочая стрелка; 10—кнопка пуска часов; 11—однопольные рубильники питания электронагревателей; 12—розетки подключения электронагревателей к стенду; 13—амперметр; 14—сигнальная лампа.

Длину ленты проверяют метром, толщину — микрометром, а ширину — штангенциркулем. Силу тока, напряжение и температуру нагревателя проверяют на специальном стенде (фиг. 234 и 235), причем

для каждого нагревателя строят график температурного режима по времени. Стенд подключается к сети напряжением 220 в и позволяет проверять нагреватели с напряжением 12; 36 и 220 в. Вольтметр 1 измеряет напряжение 220 в, вольтметр 2 — напряжение после трансформирования тока 36 и 12 в путем переключения.

Электронагреватели на стенде испытывают следующим образом. Стенд включается в сеть с напряжением 220 в и, нажатием кнопки «Пуск» магнитопускателя 3, в систему подается ток. Затем подключают установленную под лентой нагревателя термопару к гальванометру 4. При помощи двухполюсного рубильника 5 при проверке нагревателей с напряжением 36 и 12 в включают вольтметр 2 следую-



Фиг. 235. Электрическая схема стенда для проверки электронагревателей.

щим образом: опускают из нейтрального положения рычаг рубильника вниз (до упора), включают вольтметр в систему 36 в, затем поднимают рычаг рубильника вверх и включают вольтметр в систему 12 в; при помощи автотрансформатора 6 регулируют напряжение до нужного значения. Устанавливают контрольную стрелку (красную) часов Стромберга 7 на нужную выдержку электронагревателя под током при помощи кнопки 8 и совмещают с ней стрелку (черную) нажатием кнопки 9, включают вилку подогрева в соответствующую розетку на правой стороне корпуса стенда 12. После этого включают питание электроподогрева и приборов нажатием однополюсного рубильника 11 одинакового напряжения с электроподогревателем и пускают часы Стромберга, нажимая кнопку 10. После окончания выдержки (загорается красная сигнальная лампа) снимают показания приборов. Температуру нагревателя записывают через каждые 10 мин. и строят график роста температуры по времени.

Результаты проверки нагревателей заносятся во второй раздел расчет-задания (см. приложение 2) и начальник мастерской дает заключение о пригодности электронагревателя для эксплуатации в производственных цехах. На проверенные нагреватели навешивают бирки с указанием напряжения, силы тока, температуры, даты изготовления и порядкового номера.

На каждый электронагреватель составляется паспорт, где указаны: а) наименование нагревателя (по наименованию детали, для подогрева

которой он изготовлен), б) шифр нагревателя, в) напряжение включения нагревателя, г) мощность, д) сила тока, е) материал, сечение и длина нагревательной ленты, ж) дата изготовления нагревателя, з) график роста температуры поверхности нагревателя и клеевого шва по времени.

Установление режима склейки

Режим подогрева при склейке устанавливается опытным путем, причем проверяется температура нагревателя и клеевого соединения. Температуру измеряют плоской термпарой, градуированной по разностям температур чувствительного спая и спая, находящегося в окружающем воздухе. Чувствительный спай помещают между поверхностью нагревателя и поверхностью прогреваемой детали и в клеевой шов.

Минимальные выдержки склейки определяют по затвердеванию потеков клея, качеству склейки и по цвету выступившего клея (смоляные клеи). Подогрев заканчивается, как только выступившие потеки клея затвердеют или примут светлорозовую окраску (смоляные клеи). Для подтверждения правильности установленного режима следует проверять качество склейки путем разрушения деталей, склеиваемых по этому режиму.

В табл. 41 приведены ориентировочные данные для установления режимов склеивания с электроподогревом.

Таблица 41

Ориентировочные режимы при склеивании авиадеталей с электроподогревом

Толщина прогре- ваемого материала мм	Максимальная температура в градусах		Продолжительность выдержки под прессом, мин.							
			Смоляные клеи				Казеиновые клеи			
	поверх- ности нагре- вателя	клея шва	до включения нагревателя	при включе- нии нагрева- теля	после выключе- ния нагре- вателя	всего под прессом	до включения нагревателя	при включе- нии нагрева- теля	после выключе- ния нагре- вателя	всего под прессом
До 3	60—70	50—60	15	20	10	45	10	25	10	45
6	60—70	50—60	10	35	10	55	10	40	10	60
9	60—70	50—60	10	45	10	65	—	55	20	75
12	60—70	50—60	—	55	15	70	—	65	25	90
15	60—70	50—60	—	65	20	85	—	80	30	110

Эксплуатация и ремонт контактных электронагревателей

Контактные электронагреватели могут применяться почти на всех склеечных операциях. При производстве деталей сложной конфигурации можно применить простейшие нагреватели в виде голых лент шириной 10—100 мм, утюгов и мягких нагревателей типа ковриков. Ленточным нагревателем можно обматывать труднодоступные склеиваемые детали при сборке каркасов. Утюги применяются при ремонте обшивок, выклеенных из шпона, и при устранении дефектов склейки; при этом температура поверхности утюга не должна превышать 70—80°. Коврики можно использовать на любых работах для подогревания

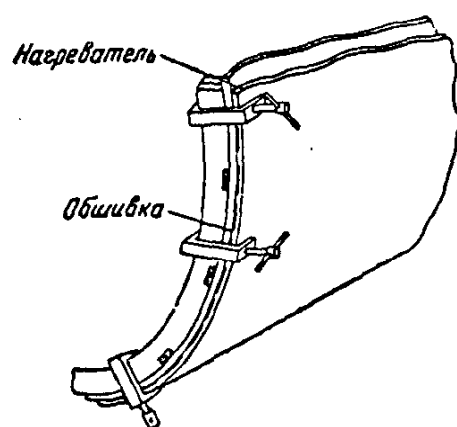
склеиваемых деталей сложной конфигурации, так как коврику можно придать любую форму.

Электронагреватели располагаются следующим образом:

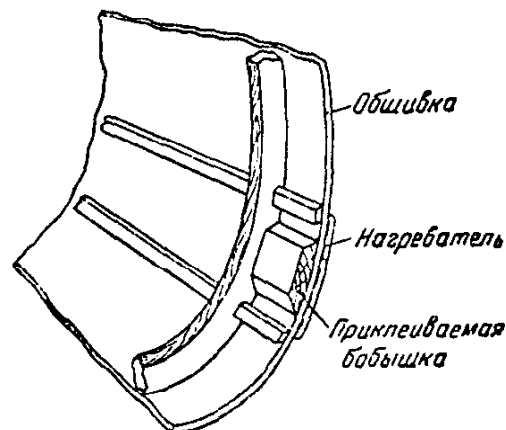
а) при приклейке обшивок и деталей, имеющих небольшую толщину, — снаружи приклеиваемой детали и вместе с ней запрессовываются (фиг. 236);

б) при приклейке деталей, имеющих значительную толщину, — с противоположной стороны приклеиваемой детали (фиг. 237).

Электронагреватели можно включать в сеть только того напряжения, на которое они рассчитаны. Рекомендуется колодки вилок и штепсельной розетки окрашивать в разные цвета, например, колодки вилок нагревателей и штепсельные розетки на 12 в — в синий цвет, 36 в —



Фиг. 236. Расположение нагревателей при приклеивании деталей небольшой толщины.



Фиг. 237. Расположение нагревателей при приклеивании деталей значительной толщины.

в голубой, 120 в — в зеленый, 220 в — в красный и т. д. Нельзя оставлять электронагреватели включенными сверх времени, установленного режимом для прогрева деталей. Не допускается вбивать гвозди в предохранительный слой нагревателей. При сборке деталей на электроподогревателе (выклейка обшивок из шпона) их следует скреплять амортизационным шнуром или гвоздями вне рабочей поверхности шаблона, т. е. в местах, где нет нагревательной ленты.

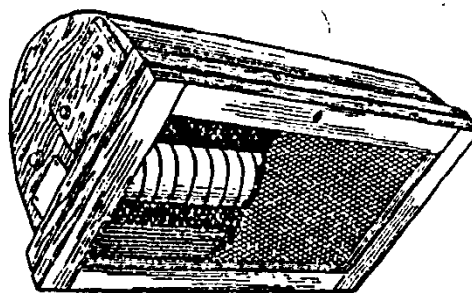
Во время работы нужно периодически проверять температуру на поверхности нагревателей. Каждый стационарный электронагреватель должен иметь амперметр и термодатчик, а на ответственных операциях склейки желательно иметь терморегуляторы и реле времени.

При повреждении нагревательной ленты поврежденный отрезок вырезают и наплавляют новый из такого же материала и сечения. У закрытых нагревателей в местах повреждения снимают предохранительный слой, устраняют повреждение и наклеивают из фанеры или шпона заплату, которую после затвердевания клея зачищают заподлицо с поверхностью, шпаклюют и покрывают нитроклеем, АК-20, меловым раствором или другим покрытием, применяемым при склейке. Ремонтировать нагреватели следует немедленно по обнаружении повреждения. После ремонта у нагревателей необходимо снова определить температурный режим.

3. РЕФЛЕКТОРНЫЙ ПОДОГРЕВ.

Рефлекторные нагреватели применяются при сборке каркасов крыла, оперения, фюзеляжа, при ремонтных и других работах. Устройство такого нагревателя, выполненного в виде короба, показано на

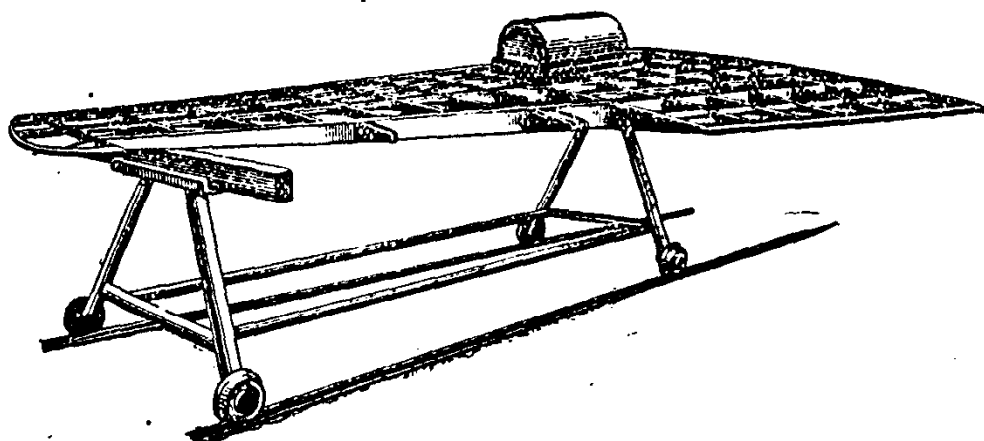
фиг. 238. Внутри деревянного короба укреплена асбоцементная труба диаметром 80—120 мм, на которую по расчету наматывается стальная проволока диаметром 0,6—1,0 мм. Труба с намотанной проволокой закрывается крышкой, которая пломбируется. Рефлекторные нагреватели такого типа могут иметь мощность от 0,5 до 2,5 кВт и даже больше.



Фиг. 238. Рефлекторный электронагреватель в виде короба.

Максимальная температура у сетки, развиваемая нагревателем в течение 30—40 мин., должна быть 70—80°. Готовые короба испытываются на стенде по описанному выше методу.

На фиг. 239 показан рефлекторный нагреватель (короб) во время подогрева склеиваемых деталей при сборке крыла. Для подогрева применяются также рефлекторные лампы мощностью 0,2—0,5 кВт (фиг. 240). Лампа устанавливается таким образом, чтобы температура клеевого соединения не превышала 60°.



Фиг. 239. Рефлекторный электронагреватель на сборке каркаса консоли крыла.

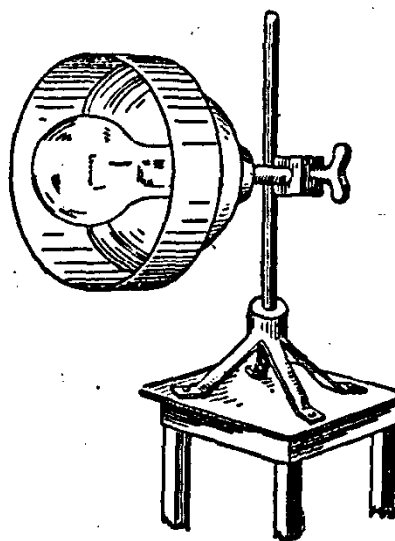
Режим склейки деталей с рефлекторным подогревом устанавливается опытным путем. Продолжительность нагрева может составлять от 30 до 90 мин.

4. КАМЕРНЫЙ ПОДОГРЕВ

Этот вид подогрева заключается в том, что склеиваемые детали подогреваются теплым воздухом с температурой 50—60° и относительной влажностью 55—60% в специальных камерах. Воздух в камерах нагревается паровыми калориферами. В камерах целесообразно подогревать детали сложной конфигурации или толщиной больше 15 мм. Склеиваемые детали сушатся в камере в запрессованном состоянии вместе со сборочным приспособлением.

Режим склейки деталей с камерным подогревом устанавливается опытным путем. Для установления режима рекомендуются следующие исходные данные.

Выдержка склеиваемых деталей в запрессованном состоянии 10 мин.



Фиг. 240. Рефлекторный ламповый нагреватель.

Подогрев в камере при температуре 50—60° и влажности воздуха 55—60% при толщине детали с суlagой:

- а) до 30 мм — 2 мин. на каждый 1 мм толщины плюс 30 мин.;
- б) 31—100 мм — 1 мин. на каждый 1 мм толщины плюс 60 мин.;
- в) больше 100 мм — 0,5 мин. на каждый 1 мм толщины плюс 110 мин., но не более 3 час.

Выдержка склеиваемых деталей в запрессованном состоянии после подогрева с охлаждением их до температуры 20—30°.

Для контроля температуры и относительной влажности воздуха в камере устанавливается психрометр.

5. ПОДОГРЕВ ГОРЯЧИМ ВОЗДУХОМ, ПОДВОДИМЫМ ПО ТРУБЕ ИЛИ ШЛАНГУ

Подогрев горячим воздухом применяется при сборке громоздких агрегатов, собираемых на стапелях или стендах, и для подсушки обшивок, выклеенных из шпона. Горячий воздух поступает от вентиляционно-калориферной установки к объекту сушки по трубе или шлангу и равномерно обтекает склеиваемые поверхности.

Скорость горячего воздуха в зоне склейки должна быть 7—10 м/сек, температура 50—60° и относительная влажность 55—60%. До подачи горячего воздуха склеиваемую деталь надо выдерживать в запрессованном состоянии не менее 10 мин. Продолжительность сушки зависит от характера деталей и температуры подаваемого воздуха и устанавливается опытным путем.

После подогрева склеиваемые детали выдерживают в запрессованном состоянии до охлаждения (20—30°).

ГЛАВА VII

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ И УЗЛОВЫХ ДЕТАЛЕЙ

1. ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ДЕТАЛИ

Технология изготовления элементарных деталей складывается из механической обработки перед склейкой, гнутья и окончательной механической обработки.

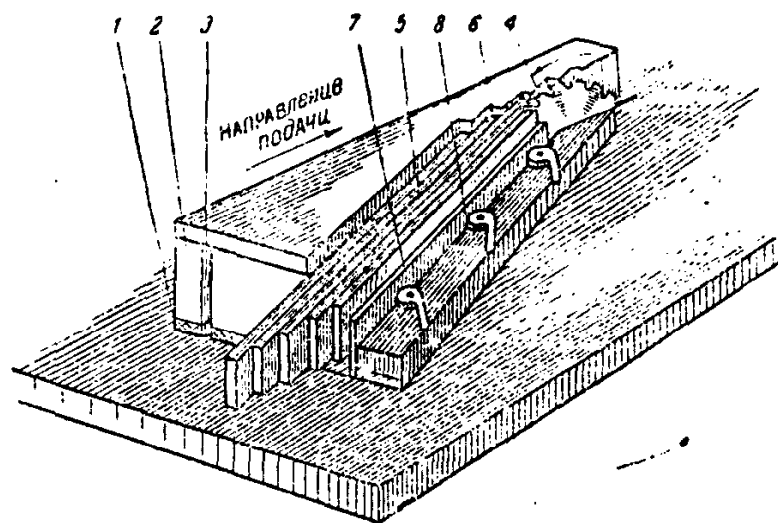
Механическая обработка заготовок перед склейкой

Перед склейкой все заготовки проходят механическую обработку. У заготовок, идущих на склейку в щиты, строгаются на фуганке по направляющей линейке одна плсть и обе кромки или обе кромки обрабатываются на вертикально-фрезерных станках. Так как после склейки щиты строгаются с одной или обеих сторон в рейсмусовочных станках, то у заготовок строгать обе пласти целесообразно. Заготовки для склейки по толщине обрабатываются на фуговочных и рейсмусовочных станках.

Перед склейкой у всех заготовок по длине снимается ус на циркульных пилах и вертикально-фрезерных станках.

На фиг. 241 показано приспособление к циркульной пиле, рассчитанное на одновременное снятие уса у трех-пяти заготовок из реек. Приспособление состоит из нижней доски 1, на которой укреплены все детали приспособления. Основной брус 2 имеет прорезь 3 для прохода пилы 4 и одновременно служит упором для реек 5, закладываемых в

приспособление в специальный вырез 6 под углом, соответствующим снимаемому усу. Заготовки прикрепляются в приспособлении вместе с сулагой 7 эксцентриками 8 к основному брусу. Приспособление с заложенными заготовками надвигается по направляющей линейке или



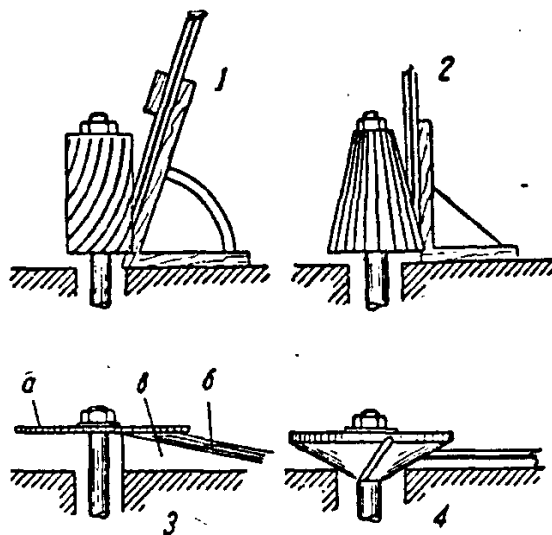
Фиг. 241. Приспособление к циркулярной пиле для одновременного снятия уса у трех-пяти заготовок из реек.

пазам по столу станка на пилу, которая, проходя по прорези в основном бруске, срезает концы заготовок на-ус. На этой операции рекомендуется применять бархатные пилы, которые дают чистый пропил. Обработанные этими пилами заготовки можно склеивать без последующей обработки.

Универсальным станком для снятия уса является вертикально-фрезерный. Можно снимать ус также циркулярными бархатными пилами, цилиндрическими и коническими шарошками и другим специальным инструментом.

На фиг. 242 показаны четыре способа обработки заготовок на-ус на вертикально-фрезерных станках. Каждым из приведенных способов можно снимать ус у фанеры, реек и щитов. У реек и щитов целесообразнее всего снимать ус по третьему способу. В этом случае снимаемая часть древесины не вся превращается в стружку, а следовательно, требуется меньшая мощность.

По первому способу ус снимается цилиндрической шарошкой в приспособлении (фиг. 243). На металлическом основании, прикрепленном болтами к столу фрезерного станка, шарнирно установлена направляющая 1 с прорезью 2 для обрабатываемых заготовок. Сторона направляющей, обращенная к шпинделю станка, имеет вырез 3, в котором помещается шарошка 4. Направляющая может быть



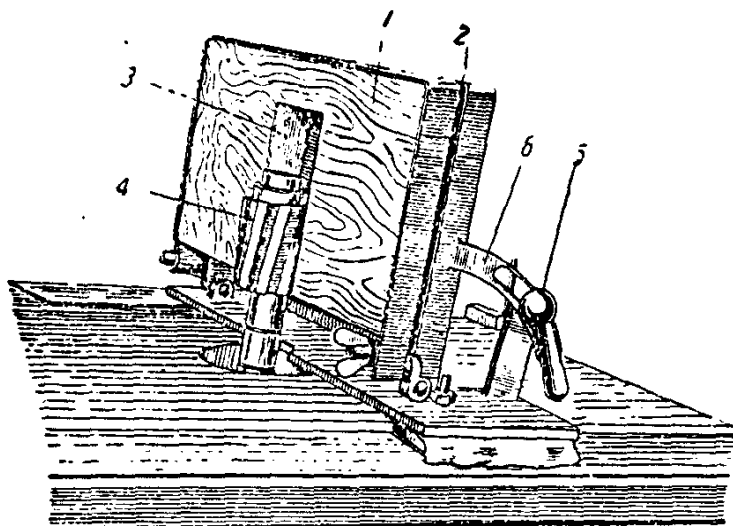
Фиг. 242. Способы снятия уса у заготовок.

1—снятие уса цилиндрической шарошкой; 2—снятие уса конической шарошкой; 3—снятие уса бархатной пилой; 4—снятие уса специальной ножевой головкой.

установлена под нужным углом и закрепляется винтом 5 в дуговом секторе 6. Для облегчения и ускорения установки направляющей на секторе наносят деления, соответствующие различным отношениям снимаемого уса.

При снятии уса по второму способу заготовку в приспособлении устанавливают вертикально, а необходимый скос заготовки обеспечивается конусностью шарошки.

По третьему способу (фиг. 242) ус снимается циркульной пилой а, горизонтально установленной на шпинделе станка. Наклон обрабатываемой заготовки б обеспечивает подкладка в, устанавливаем



Фиг. 243. Приспособление для снятия уса у заготовок цилиндрической шарошкой.

мая на стол станка. В этом случае рекомендуется снимать ус бархатной пилой.

Четвертый способ. При большом объеме работ целесообразно снимать ус специальной ножевой головкой (фиг. 242). Литая головка со стороны, обращенной к столу фрезерного станка, имеет конусность, соответствующую максимальному углу снимаемого уса. В прорезях ножевой головки устанавливаются ножи, прикрепленные так же, как в круглых ножевых головках строгальных станков. Окончательная величина снимаемого уса определяется углом наклона ножей в ножевой головке. Ус снимается по направляющей линейке, установленной соответственно расположению ножей в головке.

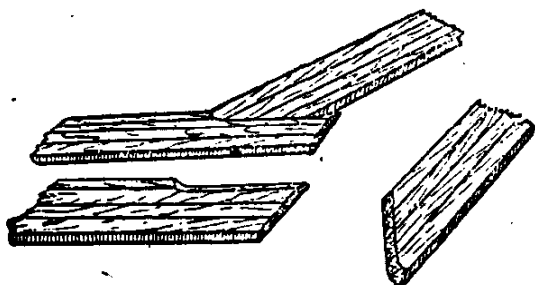
При этом способе приходится переставлять ножи в головке в случае изменения соотношения снимаемого уса.

При снятии уса у фанерных заготовок с расположением волокон на рубашках под углом заготовка направляется на режущий инструмент так, чтобы волокна рубашки шли по направлению подачи. При этом ус снимается без зацепов. Грубо волнистая плоскость получается при недостаточном числе ножей в режущем инструменте или при малом числе оборотов шпинделя (скорость подачи не соответствует скорости резания). Шероховатая поверхность уса получается при тупых лезвиях режущего инструмента или при неправильной геометрии резцов.

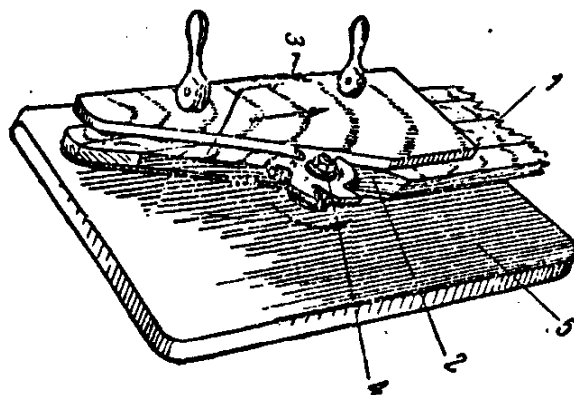
Все описанные выше приспособления рассчитаны для снятия прямого уса, но применяется и так называемый французский ус, напри-

мер, в конструкции неразъемного крыла, где заготовки секций лонжеронов соединяются под углом для получения поперечного V крыла.

Для соединения французским усом боковая кромка заготовки на соответствующем концерезается под углом при соотношении 1:3



Фиг. 244. Соединение заготовок французским усом.



Фиг. 245. Снятие французского уса на фрезерной станке.

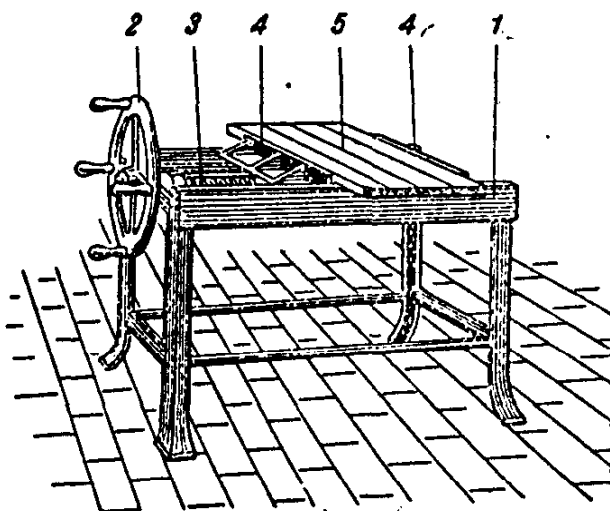
1—заготовка; 2—часть снятого уса; 3—приспособление; 4—фреза; 5—стол станка.

с плавным скосом. На другой заготовке по торцевой кромке делается такой же скос, но с противоположной стороны (фиг. 244). Для повышения прочности соединения четные и нечетные заготовки укладываются скосами в различных направлениях и в таком положении склеиваются. Скосы на заготовках нарезаются по кольцу специальной фрезой, заточка которой соответствует форме и размеру снимаемого скоса (фиг. 245).

Приспособления для склейки заготовок

Заготовки по ширине склеиваются в ваймах, веерных и конвейерных прессах. Винтовая вайма с двухсторонним зажимом показана на фиг. 246. Такие ваймы в крупном производстве не применяются вследствие их низкой производительности.

На фиг. 247 показан шести-секционный веерный пресс. На металлических стойках 1 установлен вращающийся вал 7, на котором укреплены равномерно размещенные по окружности шесть двухсторонних секций 2 с рамками 3. На заготовки наносится клей, они укладываются в рамку и запрессовываются вместе с сулагой 4 винтовыми зажимами 5. Для устранения коробления щитов их укрепляют сверху прижимными планками 6.



Фиг. 246. Винтовая вайма с двухсторонним зажимом.

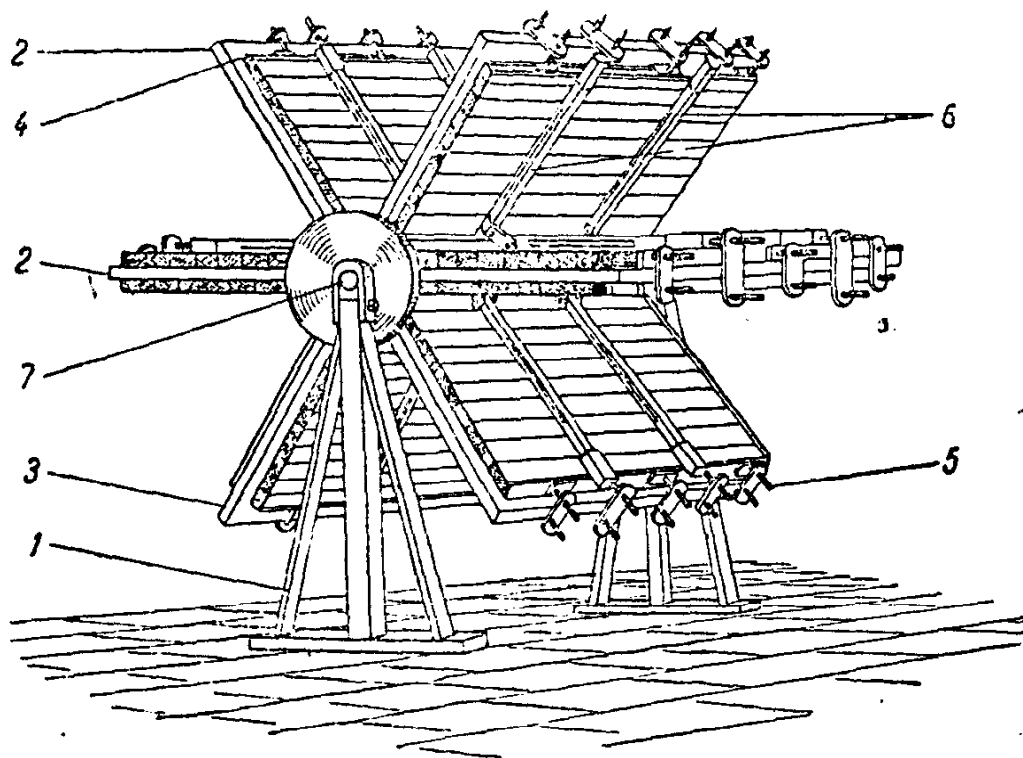
1—рама ваймы; 2—маховичок; 3—винт; 4—зажимы; 5—склеиваемый щит.

В крупносерийном производстве для склейки щитов применяются конвейерные прессы (фиг. 248) следующей конструкции: на четырех литых стойках 1 в подшипниках 2 установлены вращающиеся валы 3 с жестко укрепленными на них звездочками 4, через которые перекинуты пластинчатые бесконечные цепи 5. Между цепями в их

звеньях по всей длине через равные интервалы жестко укреплены секции 6. Цепи вместе с секциями приводятся в движение электродвигателем через привод 7. Длина цепи и ее скорость рассчитаны так, чтобы секция с запрессованным в ней щитом сделала полный оборот за время, необходимое для выдержки щита под давлением.

В веерных и конвейерных прессах, кроме склейки заготовок по ширине, возможно склеивать узкие заготовки по толщине.

Для склейки заготовок по толщине широко применяют стационарные вертикальные пневматические прессы. На фиг. 249 показан вер-

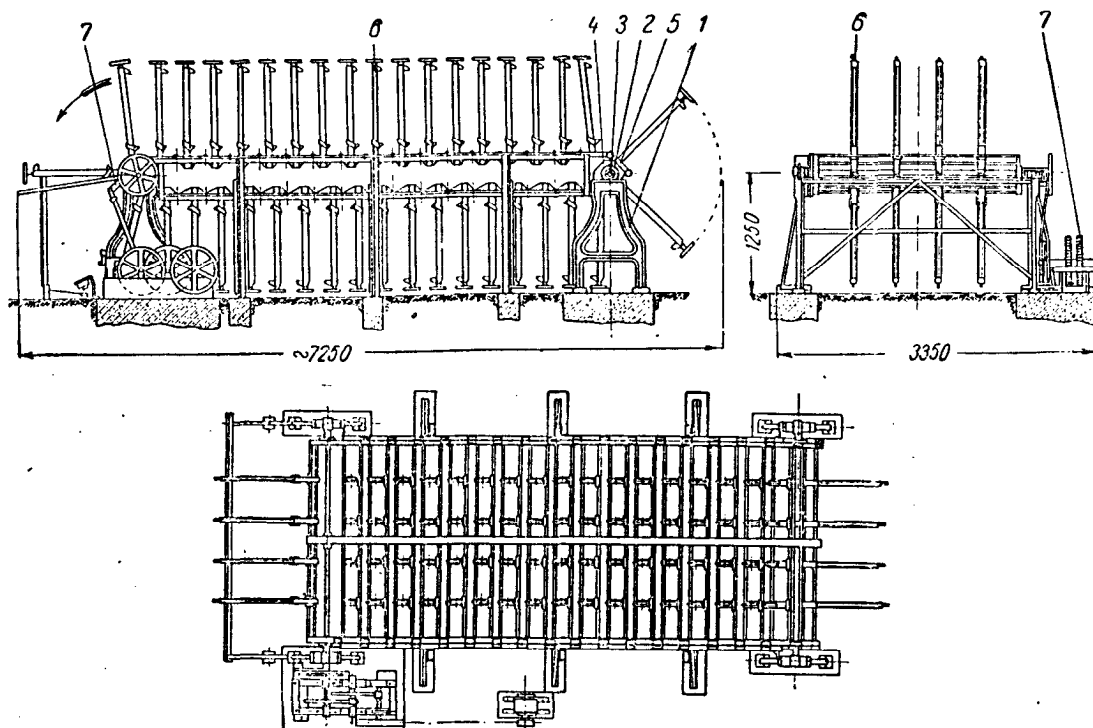


Фиг. 247. Шестисекционный веерный пресс.

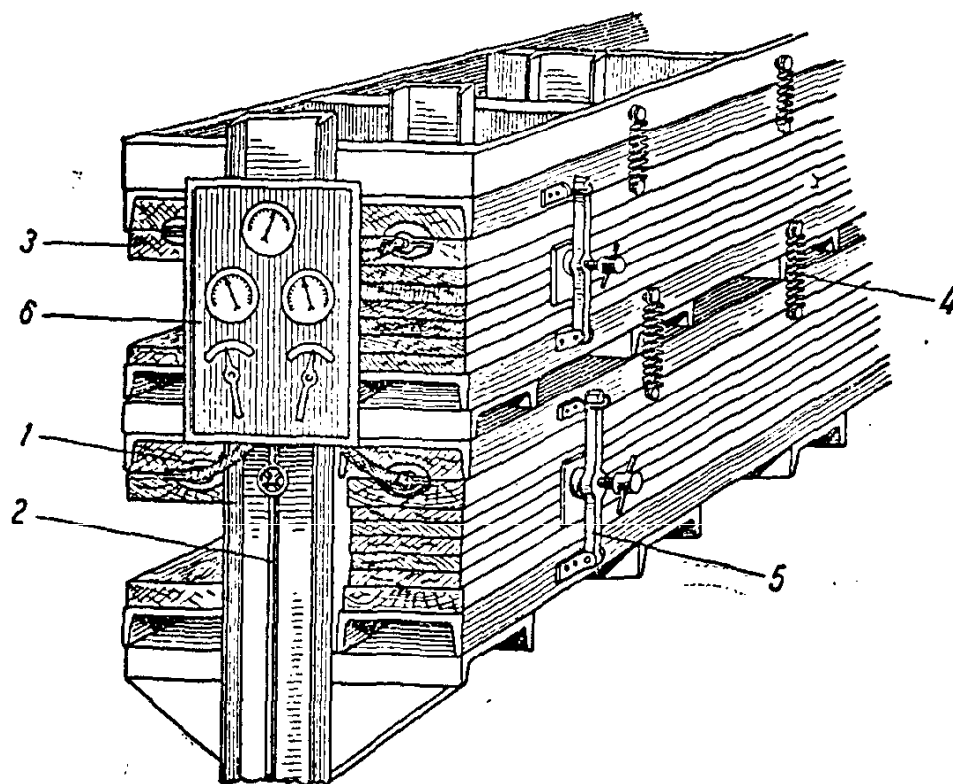
тикальный шестисекционный пневматический пресс. В каждой секции такого прессы к верхнему швеллеру прикреплен пневмоприжим. Он состоит из шланга 1, соединенного с пневматической сетью 2, и верхней деревянной сулагой 3. На нижний швеллер также установлена деревянная сулага 3. Пружины 4 соединяют верхнюю сулагу со швеллером и служат для возврата сулаг в исходное положение после распрессовки и поддержки ее в нерабочем положении. Для предотвращения возможного выжимания заготовок при их запрессовке установлены боковые упоры 5. Управление прессом смонтировано на пульте 6.

Склейка заготовок по толщине с одновременным незначительным изгибом (например, лонжероны фюзеляжа, лобовой стрингер стабилизатора и пр.) производится во вращающихся прессах. На фиг. 250 показан восьмисекционный вращающийся пресс. На стойках 1 в подшипниках укреплен вращающийся барабан 2 с секциями 3 для запрессовки заготовок лонжерона фюзеляжа. Склеиваемые заготовки 4 запрессовываются пневматическими прижимами 5. Вращающийся барабан в подшипниках должен быть отбалансирован.

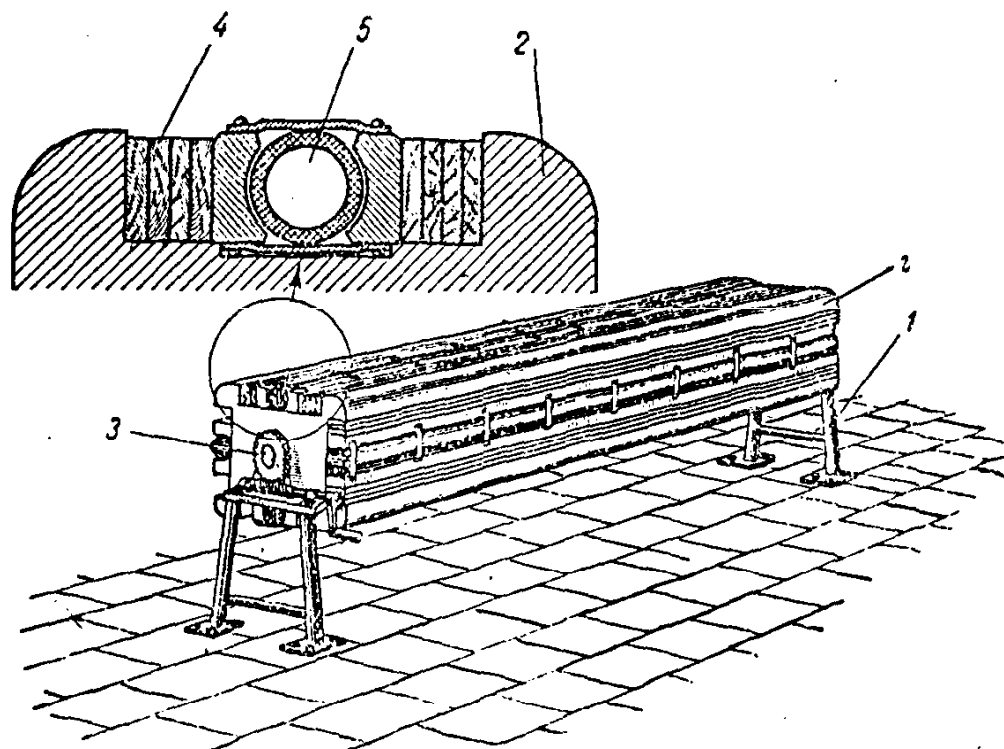
Заготовки на-ус склеиваются в деревянных и металлических прессы с клиновой, винтовой и пневматической запрессовками.



Фиг. 248. Конвейерный пресс для склейки щитков.

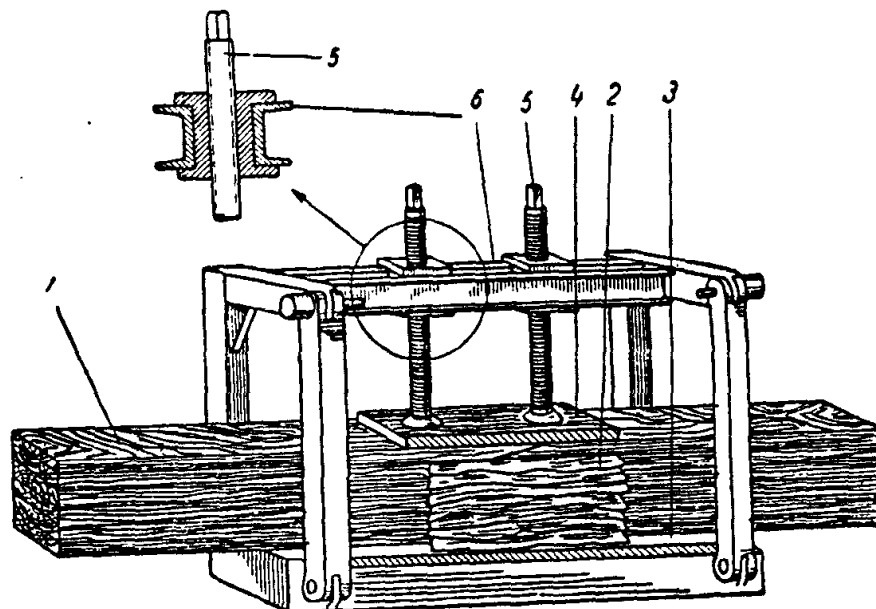


Фиг. 249. Пневматический пресс для склейки заготовок по толщине.



Фиг. 250. Восьмисекционный вращающийся пресс для склейки заготовок по толщине.

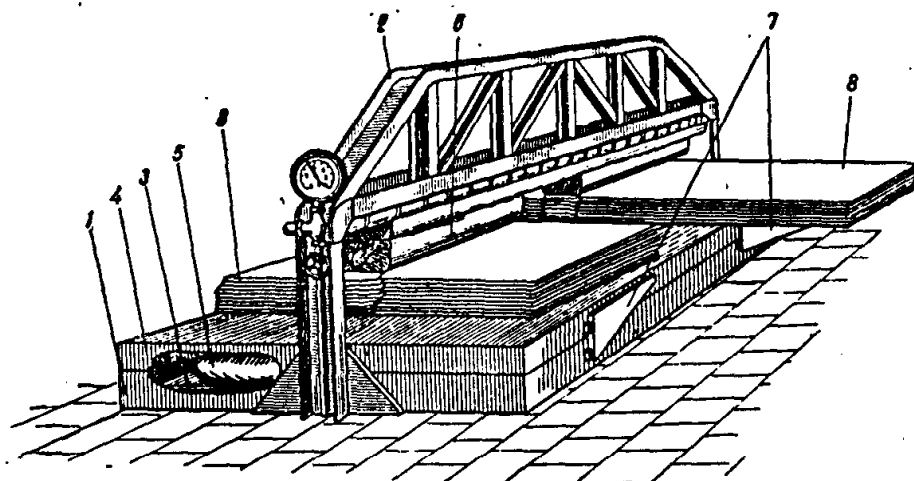
Металлический пресс с винтовой запрессовкой показан на фиг. 251. Бумага, проложенная между склеиваемыми щитками, предотвращает возможное склеивание их между собой.



Фиг. 251. Винтовой пресс для склейки заготовок на-ус.

1—стыкуемые на-ус щитки; 2—прокладочная бумага; 3—нижняя подкладочная сулага; 4—верхняя подкладочная сулага; 5—винт; 6—балочки для перемещения винтов.

На фиг. 252 показан пневматический пресс с ферменной стациной для склейки на-ус широких щитов и фанерных обшивок. К горизонтально расположенной раме 1 прикреплена поперечная ферма 2, сваренная из швеллеров. Рабочий стол пресса, расположенный на

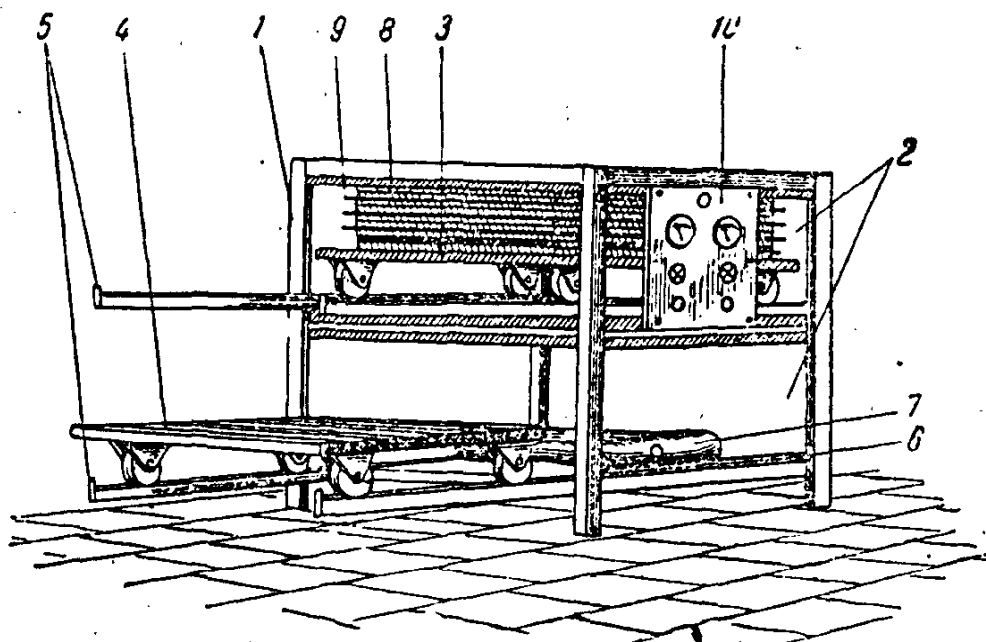


Фиг. 252. Пневматический пресс для склейки на-ус щитков и фанеры.

горизонтальной раме, состоит из двух настилов: нижнего 3 — жестко укрепленного и верхнего 4 — подвижного. Между настилами проложены дюритовые шланги или пневмомешки 5 для запрессовки.

Заготовки готовят к склейке на рабочем столе. Для этого заготовки со снятым усом складываются в две стопы, в зависимости

от направления снятого уса и волокон в рубашках фанерных заготовок, после чего каждая заготовка в стопе сдвигается относительно другой на ширину снятого уса и на всю партию сразу наносится клей. Подготовив обе стопы заготовок к склейке, на стол пресса точно под фермой расстилают бумажную ленту¹ шириной 100—150 мм и длиной, равной длине склеиваемого уса. На бумажную ленту укладывают первую заготовку усом вверх. На нее из другой стопы кладется заготовка усом вниз. После точного совмещения, усов заготовки скрепляют по краям двумя гвоздиками. Вдоль всего уса накладывают вторую бумажную ленту, и укладка второго комплекта повторяется



Фиг. 253. Двухсекционный пневматический пресс для фанеровки щитов.

в описанной последовательности и т. д. Если склеивают пачку заготовок незначительной толщины, то на нее кладут дополнительную сулагу 6. При запрессовке заготовок длинного формата для предотвращения провисания их через край стола должны быть установлены упоры 7. Для удобства пользования прессом пневматический прижим делается двухсекционным для одновременной склейки двух различных пачек 8.

Щиты для фанерованных деталей или для деталей с фанерными прокладками в сечении фанеруются в пневматических прессах специальной конструкции. На фиг. 253 показан двухсекционный пневматический пресс для фанеровки щитов. В сваренной из швеллеров раме 1 по высоте в два яруса установлены две одинаковые секции 2. На тележку 3 с деревянным настилом 4, стоящую на рельсах 5, укладывают детали. На нижний вспомогательный настил 6 секции между рельсами положен пневматический мешок 7, который при включении в пневматическую сеть поднимает с рельсов поставленную в рабочее положение тележку с заготовками. Упираясь в верхний настил 8, заготовки запрессовываются. Для сокращения выдержки при фанеровке щитки укладывают на тележку с контактным электроподогревателем 9. Все управление прессом смонтировано на пульте 10.

¹ Бумажную ленту можно заменить дуралюминиевыми тонкими полосами соответствующего размера.

Гнутье заготовок

Гнутые детали изготавливаются из древесины лиственных пород (ясеня, дуба, бука) и хвойных (сосны, лиственницы и пихты), а также из березовой фанеры и дельта-древесины. Древесина лиственных пород значительно лучше поддается гнутью, чем хвойных, что объясняется ее строением.

Кроме породы, на качество гнутья оказывает влияние и вид распиловки. Так, при гнутье тангентально распиленной древесины хвойных пород брак значительно больше, чем при гнутье той же древесины, но радиально распиленной. Поэтому во избежание образования трещин при гнутье и сушке заготовок рекомендуется по возможности избегать тангентальной распиловки авиационной древесины.

При распиловке древесины для гнутых деталей следует учитывать, что заготовки из заболонной древесины гнутся легче. Заготовки из дуба, лиственницы и манчжурского ясеня рекомендуется выпиливать из периферийной части ядровой древесины. Следует особое внимание обращать на прямолинейность и отсутствие свилеватости в бруске, раскраивать каждый брусок так, чтобы пропилы были направлены в плоскости волокон, и избегать перерезания волокон. При гнутье заготовок с перерезанными волокнами часто образуются отщепы на выпуклой поверхности.

На рубашках фанерных заготовок для гнутья не допускаются сучки, завитки, риски и царапины и перерезанные годичные слои с расстоянием между ними меньше 25—30 мм, так как они являются причиной дефектов при малых радиусах гнутья. Как исключение допускается фанера с некоторыми из перечисленных дефектов на внутренней стороне изгиба.

При гнутье дельта-древесины в растягиваемой зоне не допускаются завитки, перерезание годовых слоев, сучки и участки с наплывами смолы.

На качество гнутья сильно влияет качество механической обработки заготовок. В изгибаемых деталях с плохо обработанными плоскостями напряжения распределяются неравномерно, что и является причиной образования отщепов, складок и трещин. Выпиливание заготовок для гнутья пилами с мелкой насечкой зубьев и с оптимальной величиной развода сокращает дальнейшую механическую обработку и снижает брак при гнутье. Мелкие заготовки желательно выпиливать бархатными пилами.

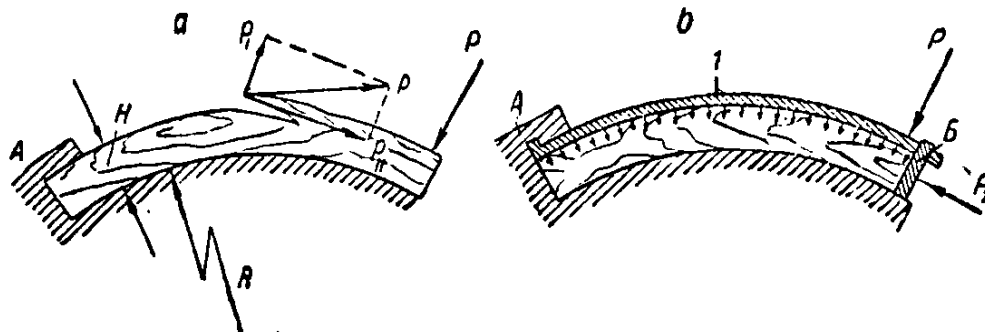
При гнутье заготовки вогнутая ее поверхность сжимается, а выпуклая — растягивается. Следовательно, в плоскости слоев изгибаемой древесины возникают напряжения, стремящиеся сдвинуть один слой относительно другого. При гнутье чаще происходит разрыв волокон и образование отщепов в зоне растяжения.

При изгибе древесины силой P по радиусу R (фиг. 254) растягивающие усилия p разрушают древесину силой p_1 , направленной перпендикулярно к волокнам, и силой p_2 , действующей параллельно волокнам. Для предотвращения разрушения древесины на изгибаемую деталь накладывают металлическую полосу (шину) 1, укрепленную одним концом в опоре A . Другим упором B под действием силы P_1 , возникающей при изгибе, создается давление на торец заготовки. Усилие p_1 , приложенное к торцу и направленное против действия растягивающих сил, понижает разрушающее влияние их на древесину. Применение шин в гнутарном производстве получило широкое распространение.

Опыты показали, что при гнутье заготовок с наклонным расположением годичных слоев без шин было 39% излома, а с шинами — только

4%. Но применение шин не является необходимым при гнутье всех деталей.

Учитывая основные факторы, влияющие на гнутье древесины, толщину изгибаемых заготовок H и радиус кривизны R (см. фиг. 254), можно все заготовки разбить на две группы: а — заготовки толщиной не более 25–30 мм при отношении $H : R \leq 1 : 20$; их можно гнуть без



Фиг. 254. Схема действия сил при гнутье древесины.
а — гнутье древесины без шины; б — гнутье с шиной.

дефектов вручную без шин; б — заготовки толщиной больше 30 мм и при отношении $H : R > 1 : 20$; их необходимо изгибать с применением шин.

Примечание. Данные относятся к гнутью древесины с искусственно повышенной пластичностью. Гнутые авиационные детали изготавливаются холодным и горячим способами.

Холодный способ гнутья

При холодном гнутье заготовки из древесины хвойных или лиственных пород набирают из отдельных сечений до требуемой толщины и без предварительной обработки склеивают в приспособлении и выгибают. Бруски перед гнутьем должны пройти камерную сушку до влажности 7–10%.

Заготовки для гнутья делают толщиной 2; 3; 5 и 7 мм; ширина их соответствует ширине деталей плюс припуск на обработку. Из таких отдельных заготовок набирают детали требуемой толщины. Заготовки, склеенные из большого количества тонких пластин, при гнутье лучше держат заданную форму и таким образом можно получить детали с меньшим радиусом изгиба.

Рекомендуемые толщины сечений и их количество для получения различных радиусов кривизны и толщины заготовок приведены в табл. 42.

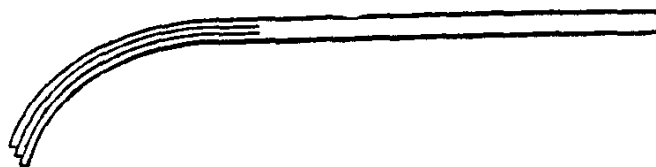
Таблица 42

Количество сечений и их толщина в заготовках для различного радиуса кривизны при холодном способе гнутья

Толщина заготовки детали H мм	Количество сечений в заготовке шт.	Толщина сечений мм	Радиус кривизны R мм	Толщина заготовки детали H мм	Количество сечений в заготовке шт.	Толщина сечений мм	Радиус кривизны R мм
8	4	2	50–75	15	3	5	100–200
9	3	3	100	21	3	7	200–300
10	5	2	50–75	28	4	7	300–500
12	4	3	100				

Если деталь должна быть изогнута только с одного конца, а другой остается прямолинейным, то заготовки следует распиливать только из изгибаемом участке (фиг. 255). Это упрощает изготовление детали и повышает ее механические качества. Для получения деталей большей длины их можно склеивать на-ус 1:15 казеиновым или смоляным клеем.

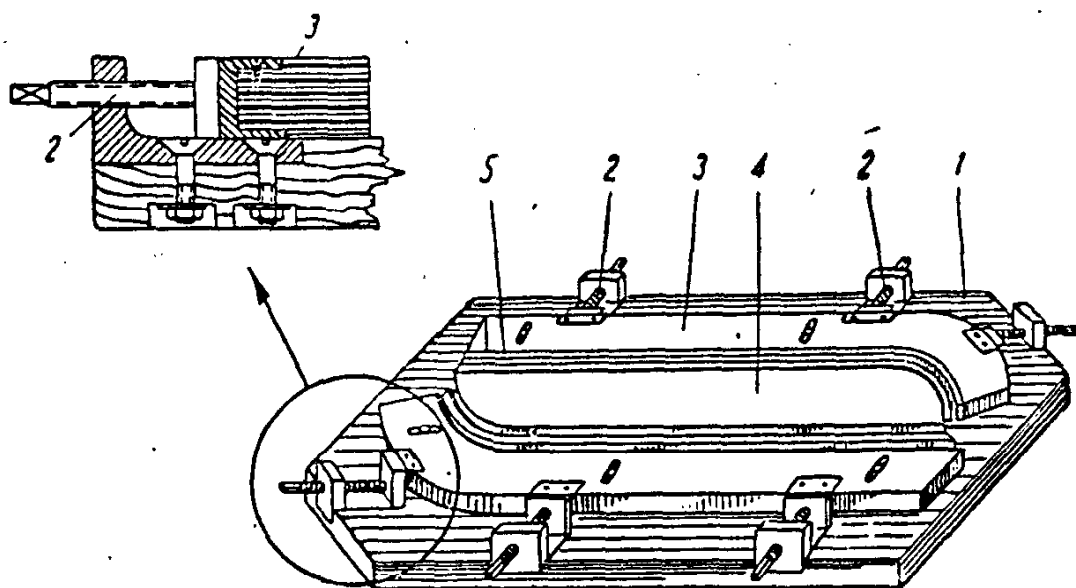
Приспособление с винтовой запрессовкой для гнута и склейки тонких сечений при холодном гнутье или для склейки предварительно выгнутых сечений изображено на фиг. 256. В приспособлении одновременно за-



Фиг. 255. Распиловка частично изгибаемой заготовки.

прессовываются две детали, набранные из сечений до требуемой толщины. В середине фанерного основания 1 жестко укреплен шаблон и винтовые прижимы 2 с передвижной прокладкой 3, заменяющей шину. Рабочие плоскости шаблона и прокладок точно соответствуют окончательной форме детали. Для ускорения сушки запрессованной детали на шаблоне применяется электроподогрев или приспособление помещается в сушильную камеру.

В запрессованном состоянии заготовки выдерживают при температуре 16—20° для казеиновых клеев 6 час., а для смоляных — 12 час.



Фиг. 256. Приспособление для одновременного гнута и склейки реек.

1—основание приспособления; 2—винтовые зажимы; 3—передвижная прокладка; 4—гибкий шаблон; 5—деталь.

С применением подогрева время выдержки снижается. Вынутую из приспособления заготовку необходимо подвергнуть свободной выдержке до механической обработки при температуре не ниже 16° и при относительной влажности, обеспечивающей влажность древесины 7—10%. Свободная выдержка для заготовок из древесины мягких пород — 48 час., а твердых — 72 часа.

Холодное гнутье фанеры с одновременной склейкой производится в приспособлениях, одно из которых показано на фиг. 257. Минималь-

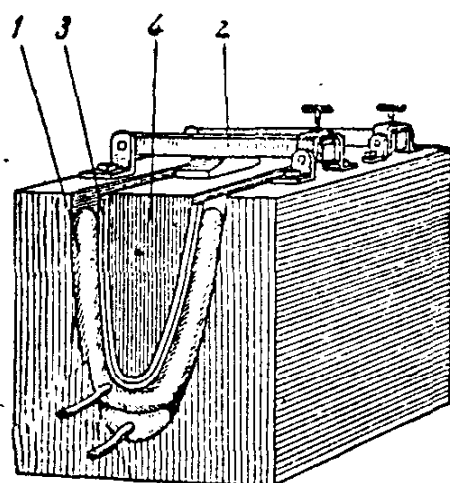
ный радиус изгиба при холодном гнутье фанеры определяется отношением толщины фанеры к радиусу изгиба:

а) Для трехслойной фанеры
при гнутье вдоль волокон $H:R \leq 1:40$
при гнутье поперек волокон и под углом $45^\circ H:R = 1:25$

б) Для пятислойной фанеры
при гнутье вдоль волокон $H:R = 1:60$
при гнутье поперек волокон и под углом $45^\circ H:R = 1:50$

Горячий способ гнутья

При горячем способе гнутья для повышения пластических свойств древесины заготовки подвергаются предварительной гидротермической обработке. Поступающая в гидротермическую обработку древесина



Фиг. 257. Приспособление для одновременного гнутья и склейки фанеры.

1—пневматический мешок; 2—запорная накладка; 3—запрессованная фанера; 4—гибочный шаблон.

должна иметь влажность 15% и выше. После распаривания влажность заготовок перед гнутьем должна быть не выше 25—30%. Излишняя влажность древесины не сказывается отрицательно на качестве гнутья, но требует продолжительной сушки для испарения лишней влаги.

При горячем гнутье подбирать толщину заготовок для деталей соответственно минимальному радиусу изгиба следует руководствуясь табл. 43.

Таблица 43

Толщина заготовок из древесины и минимальный радиус изгиба при горячем способе гнутья

Толщина заготовок H мм	Минимальный радиус кривизны R мм	Толщина заготовок H мм	Минимальный радиус кривизны R мм
5	100	14	280
6	120	16	320
8	160	20	400
10	200	25	500
12	240	30	600

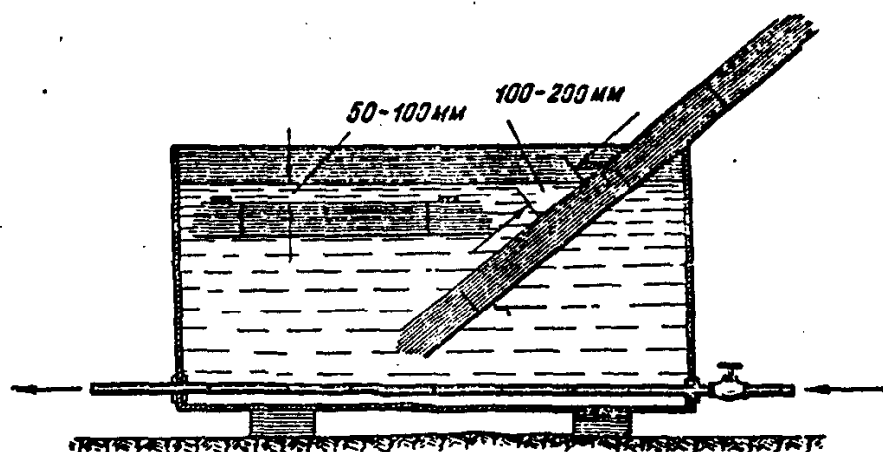
В табл. 44 приведены минимальные радиусы изгиба гидротермически обработанных фанерных заготовок.

Таблица 44

Минимальные радиусы изгиба гидротермически обработанных фанерных заготовок

Толщина фанеры мм	Минимальный радиус изгиба, мм					
	Трехслойная фанера белковой склейки		Пятислойная фанера белковой склейки			Шестислойная фанера белковой склейки
	изгиб вдоль волокон	изгиб поперек волокон и под углом 45°	изгиб вдоль волокон	изгиб под углом 45°	изгиб поперек волокон	изгиб вдоль волокон
1,0	8	5	8	8	8	9
1,5	12	7	14	10	10	17
2	15	8	20	13	12	23
2,5	18	10	25	15	14	30
3	23	12	30	20	17	37
4	30	15	40	30	20	50

Для гидротермически обработанных заготовок из дельта-древесины толщиной до 2 мм при числе слоев шпона 5—11 при изгибе вдоль волокон $H:R = 1:25$, а при изгибе поперек волокон и под углом 45° $H:R = 1:15$.



Фиг. 258.
Установка
для проверки
заготовок.

Гидротермическая обработка заготовок на авиадетали осуществляется провариванием их или пропариванием.

Проваривание широко применяется из-за его простоты. В частности, провариванию подвергают детали, которые гнут не по всей длине.

Проваривают детали в металлических резервуарах, обычно прямоугольной формы высотой 1 м и шириной до 1,2 м, из материала, не подвергающегося коррозии (луженое или оцинкованное железо). Паропровод для нагрева расположен на дне резервуара. Заготовки загружают в закипевшую воду целиком или той частью, которую следует гнуть. Распариваемые частично заготовки надо погружать в воду на 100—200 мм глубже крайней линии изгиба, а для проваривания целиком — на 50—100 мм ниже уровня воды (фиг. 258), удерживая их

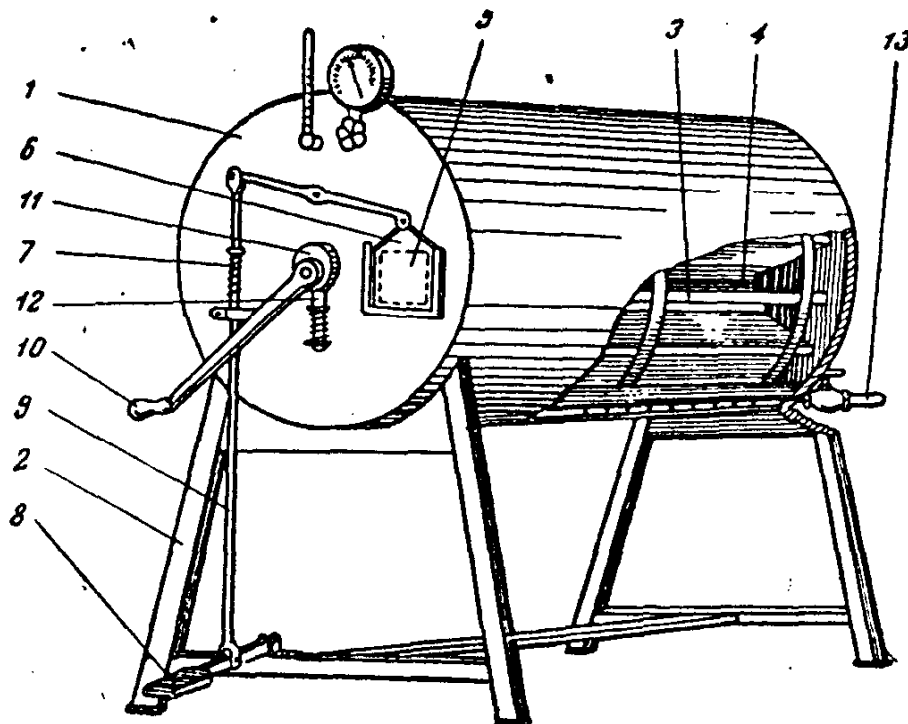
распорками, устанавливаемыми между стенками резервуара. Для удобства работы и во избежание смешивания при одновременном распаривании различных размеров заготовки связывают пучками, не стягивая их сильно с тем, чтобы не нарушить равномерность проварки. В табл. 45 приведены длительности проварки заготовок при температуре воды 100°.

Таблица 45

Срок проварки заготовок из древесины в зависимости от породы, толщины и начальной влажности

Порода	Толщина заготовок, мм			
	5	10	15	20
Сроки проварки древесины с начальной влажностью 7—10%				
Сосна	35 мин.	1 ч. 30 мин.	2 ч. 30 мин.	—
Пихта	35 .	1 . 30 .	2 . 30 .	—
Лиственница	40 .	3 часа	3 час.	—
Дуб	1—2 часа	2—3 часа	3 .	10—12 час.

Для пропаривания древесины применяются специальные парильные установки (фиг. 259). Такая установка имеет цилиндрический толсто-



Фиг. 259. Пропарочный котел.

стенный металлический котел 1, укрепленный на подставках 2. Внутри котла в подшипниках помещен вращающийся барабан 3, разделенный по окружности звездообразно на продольные секции 4, в которые загружается материал для пропарки через люк 5, вырезанный в передней стенке котла. Площадь люка равна площади сечения одной секции барабана. Люк имеет свинцовые или баббитовые прокладки и плотно закрывается задвижкой 6, прижимаемой пружиной 7 и открываемой

во время загрузки и разгрузки нажатием педали 8 толкателя 9. Барабан вращается при помощи рукоятки 10, надетой на конец вала, пропущенного через переднюю стенку котла. Для того чтобы видеть, когда барабан стоит в нужном положении против загрузочного люка, на вал вместе с рукояткой надета зубчатка 11, количество впадин которой равно количеству секций барабана. Когда барабан одной секцией стоит против загрузочного люка, собачка 12 входит во впадину зубчатки.

Пар подводится к барабану по трубе 13, проложенной на дне пропарочного котла; следовательно, пар проходит через слой воды, что увлажняет его, так как обработка материала сухим паром приводит к образованию трещин. Для наблюдения за температурой и давлением на котле установлены термометр и манометр. Оптимальной температурой при пропаривании является 105—110°, что соответствует показанию манометра 0,2—0,5 атм.

Длительность пропарки можно определить по табл. 46.

Таблица 46

Сроки пропарки заготовок в зависимости от породы древесины, толщины и начальной влажности

Порода	Толщина заготовок, мм			
	5	10	15	20
Сроки пропарки древесины после камерной сушки с начальной влажностью 7—10%				
Сосна	2 часа	5 час.	7 час.	—
Пихта	1 .	4 .	6 .	—
Лиственница	4 .	10 .	15 .	—
Дуб	4 .	10 .	15 .	—
Сроки пропарки древесины с начальной влажностью 20%				
Сосна	10 мин.	10—20 мин.	35—45 мин.	45—60 мин.
Пихта	10 .	10—20 .	35—45 .	45—60 .
Лиственница	30 .	45 .	60 .	1 ч. 15 мин.— 1 ч. 30 мин.
Дуб	30 .	45 .	60 .	1 ч. 15 мин.— 1 ч. 30 мин.

Заготовки из листовой дельта-древесины обычно проваривают при температуре воды 90—100°. Сроки проварки рекомендуется определять по табл. 47.

Таблица 47

Сроки проварки заготовок из дельта-древесины

Толщина материала мм	Время проварки	
	вдоль волокон	поперек и под углом 45° к направлению волокон
1,0	1 ч. 20 мин.	1 час
1,5	1 . 30 .	1 ч. 10 мин.
2,0	1 . 30 .	1 . 20 .
2,5	1 . 40 .	1 . 30 .

Гнутые детали сушат в шаблонах до влажности 7—10% в сушильных камерах или в цеху. Сушка при температуре воздуха 16—20° гнутых фанерных заготовок толщиной 1—2 мм продолжается 24 часа, а толщиной 3—4 мм — 36—48 час.

При хранении гнутых заготовок необходимо поддерживать в помещении температуру и влажность воздуха, обеспечивающую равновесную влажность древесины 7—10%. Рекомендуется заготовки зажимать в шаблонах для предотвращения разгибания их.

Приспособления и станки для гнутья древесины

Заготовки гнут в деревянных или металлических приспособлениях или в специальных гнутарных станках. В каждом приспособлении имеются следующие основные детали: шаблон, прижимные накладки или шины и прижимы (клиновые, винтовые или пневматические).

Конструкция приспособлений для гнутья должна быть весьма жесткой и удовлетворять следующим требованиям:

а) Не деформироваться при закладке изгибаемых заготовок. Деревянные приспособления следует изготовлять из плотной и хорошо высушенной древесины.

б) Контур шаблона при холодном гнутье с одновременным склеиванием должен точно соответствовать профилю изготавливаемой детали.

в) Шаблон для гнутья горячим способом может быть такого контура, как деталь, с поправкой на деформацию после сушки.

г) Рабочая плоскость шаблона при горячем способе гнутья должна обеспечить равномерное омывание заготовок воздухом.

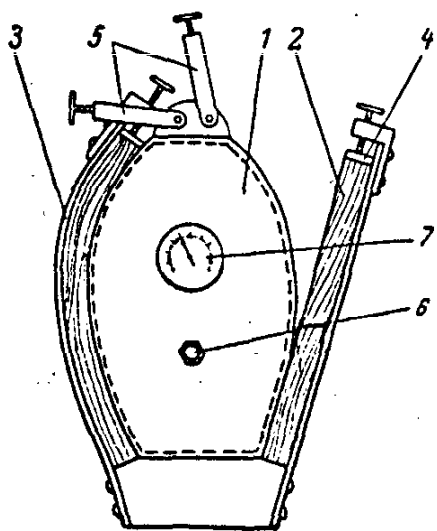
д) Переносные приспособления должны быть рассчитаны на обслуживание их одним рабочим.

е) Приспособление не должно быть громоздким и должно обеспечивать максимальную загрузку сушильной камеры.

При холодном способе гнутья рабочая поверхность шаблона должна точно соответствовать форме детали, так как набранные и склеенные из отдельных сечений заготовки принимают в шаблоне постоянную форму.

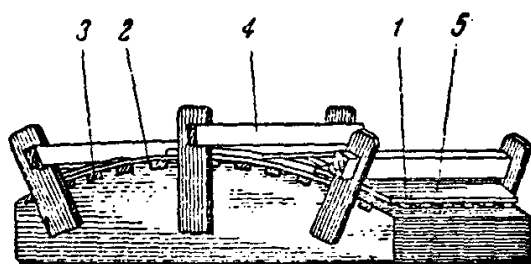
При горячем же гнутье заготовки меняют свою форму в процессе сушки и последующей обработки. Поэтому рабочую поверхность шаблона для горячего гнутья приходится определять опытом. Для этого, определив деформацию вынутой из приспособления заготовки (обычно увеличивается радиус кривизны), следует увеличить на эту величину изгиб шаблона. Но исправлять шаблон можно лишь в том случае, когда изгибаемые заготовки допускают уменьшить радиус кривизны. В противном случае шаблон не меняют и придают заготовкам окончательную форму при склеивании в деталь.

В массовом производстве гидротермически обработанные заготовки с установившимся профилем удобно выгибать в стационарном металлическом приспособлении (фиг. 260). Шаблон в этом приспособлении заменен баллоном 1, боковые стенки которого сделаны по форме выгибаемых заготовок 2. К основанию приспособ-

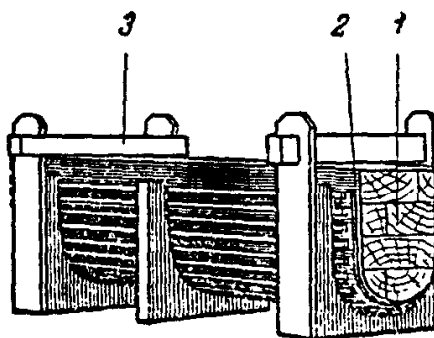


Фиг. 260. Стационарное металлическое гнутарное приспособление с одновременной сушкой изгибаемых деталей.

собрания прикреплены шины 3, которые в верхней части имеют торцевые упоры 4. В рабочем положении шины крепятся хомутами с винтовыми зажимами 5. Заготовки закладываются между шиной и рабочей поверхностью баллона. Одновременно в приспособлении может быть запрессовано 40—80 заготовок. Подогрев осуществляется пуском



Фиг. 261. Деревянное гнутарное приспособление.



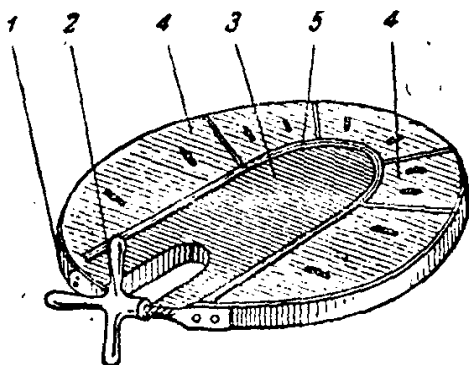
Фиг. 262. Приспособление для гнутья фанеры.

пара в баллон через штуцер 6. Для наблюдения за давлением пара в баллоне установлен манометр 7.

Для гнутья гидротермически обработанных заготовок широко применяются и деревянные приспособления (фиг. 261), простые по конструкции и удобные в работе.

Заготовки 1 в приспособлении выгибаются по шаблону 2, рабочая поверхность которого составлена из отдельных реек 3. Заготовки прижимаются планками 4 с уширителями 5, которые, увеличивая площадь

1—шаблон; 2—изгибаемая фанера; 3—планки для запрессовки.



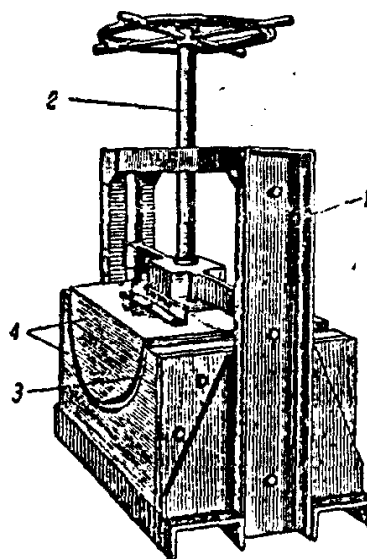
Фиг. 263. Приспособление для гнутья и склейки заготовок круглой и овальной формы.

1—стяжная лента; 2—штурвал; 3—форма; 4—прижимные колодки; 5—деталь.

давления, предотвращают образование изломов на заготовках при их изгибе. Приспособление—переносное и рассчитано на сушку выгнутых заготовок в сушильной камере.

На фиг. 262 показано аналогичное приспособление для гнутья гидротермически обработанных фанерных заготовок. В таком приспособлении запрессовка производится шаблоном.

При гнутье и склейке деталей круглой или овальной формы широко применяются приспособления (фиг. 263), конструкция которых аналогична предыдущим, но запрессовка производится металлической лентой, стягиваемой винтом.

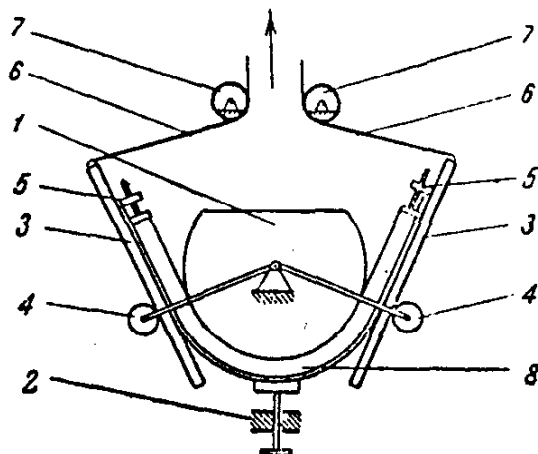


Фиг. 264. Приспособление для гнутья фанеры с большим радиусом кривизны.

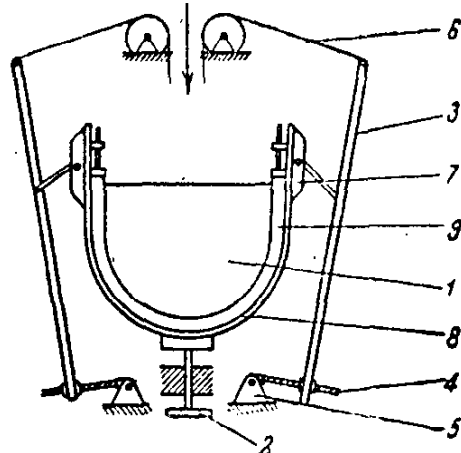
1—рама пресса; 2—винт с маховичком; 3—изгибаемая фанера; 4—гибочный шаблон.

При больших радиусах кривизны гнутых фанерных деталей их гнутье с одновременной склейкой производится в приспособлении с винтовой запрессовкой (фиг. 264).

Для изготовления гнутых авиадеталей крупных сечений применяются гнутарные станки. На фиг. 265 показан станок для гнутья деталей по окружности. На раме станка жестко укреплен шаблон 1. Ниже него установлен средний винтовой прижим 2. Симметрично, по обе стороны шаблона, установлены гнутарные линейки 3, удерживаемые на определенном расстоянии от шаблона прижимными роликами 4. На гнутарных линейках установлены торцевые упоры 5, предотвращающие сдвиг заготовки 8 при гнутье. К верхним концам гнутарных линеек



Фиг. 265. Схема станка для гнутья деталей по окружности.



Фиг. 266. Станок для гнутья деталей овальной формы.

прикреплены тяги 6, перекинутые через блоки 7 и соединенные с механическим приводом, создающим натяжение тяг.

1—шаблон; 2—винтовой прижим; 3—гнутарные линейки; 4—винты гнутарных линеек; 5—упоры; 6—тяги линеек; 7—колодки; 8—шина; 9—изгибаемая деталь.

Гнутарный станок, показанный на фиг. 266, предназначен для гнутья деталей овальной формы. По конструкции он аналогичен предыдущему, лишь иначе крепится гнутарная линейка 3. Нижними концами линейки шарнирно соединены винтами 4 с упорами 5 на раме станка. В верхней части тягами 6 линейки соединены шарнирно с колодками 7 на шине 8. Перемещая по винту 4 нижний конец гнутарной линейки, можно загибать заготовки, заменяя шаблон 1, который может быть овальным или круглым.

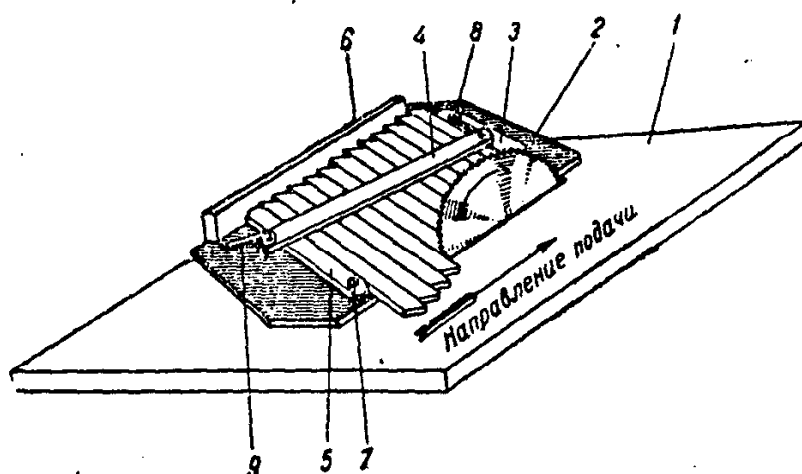
До настоящего времени гнутарные станки не получили широкого применения из-за малых габаритных размеров авиационных деталей и частого изменения их форм. Но такие станки значительно повышают качество гнутья, производительность и культуру предприятия.

Механическая обработка элементарных деталей

Для окончательной механической обработки гнутых заготовок применяются циркульные пилы, рейсмусовочные, вертикально-фрезерные и копировально-фрезерные, сверлильные и шлифовальные станки. Обрабатывают заготовки в различных приспособлениях.

При необходимости получения из простроганных реек бобышек прямоугольной, треугольной или трапециевидальной формы их распиливают на циркульной пиле в приспособлении, показанном на фиг. 267. На стол 1 циркульной пилы установлена каретка 2, на верхней плоскости которой смонтированы направляющая линейка 3, прижимная накладка 4, упорная перемещающаяся линейка 5 и торцевая упорная линейка 6.

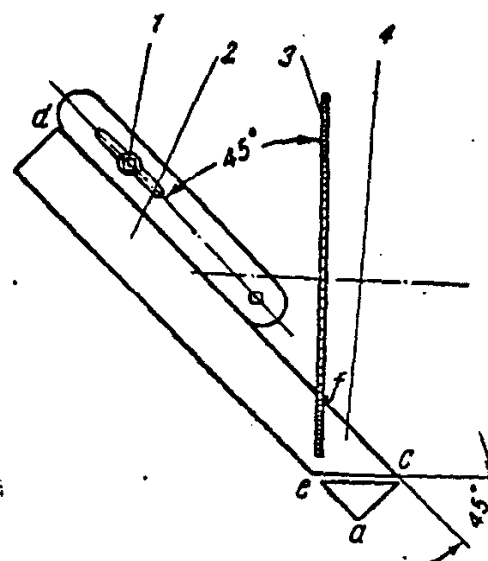
Направляющая линейка может поворачиваться около болта и закрепляться в установленном положении болтом 8, вставленным в прорезь линейки. Прижимная накладка шарнирно соединена с кареткой и в рабочем положении крепится эксцентриковым зажимом 9. Последняя, заложенная в приспособление, рейка прижимается упорной пере-



Фиг. 267. Приспособление для распиловки реек на детали.

щающейся линейкой. С противоположной стороны от пильного диска к каретке укреплена торцевая упорная линейка, которая обеспечивает при распиловке торцевой упор и выравнивает заготовки в приспособлении. В таком приспособлении обрабатывается одновременно несколько заготовок, причем детали получают одинаковой формы и размеров. В этом приспособлении можно распиливать заготовки и индивидуально, для этого снимают прижимную накладку и торцевой упор.

Для изготовления бобышек треугольной формы направляющую линейку 1 (фиг. 268) устанавливают к плоскости пропила под углом в 135° . Заготовку 2 располагают к направляющей линейке стороной ab , пропиливают по линии ec ; отрезанный треугольник aec идет в отходы. У заготовки в торце получается угол ecf равный 45° . Перевернув заготовку к направляющей линейке стороной dc , пропиливают по линии fe так, чтобы точка e совпала с началом первого пропила. Получается первая деталь треугольной формы. Аналогично выпиливают детали равнобедренной трапециевидальной формы, передвигая заготовку по делениям направляющей линейки.

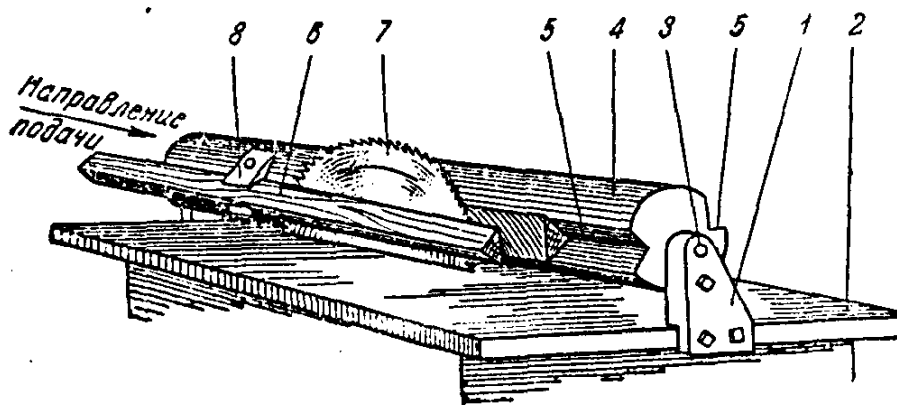


Фиг. 268. Распиловка заготовки на бобышки треугольной формы.

1—направляющая линейка; 2—заготовка;
3—пила; 4—готовая бобышка.

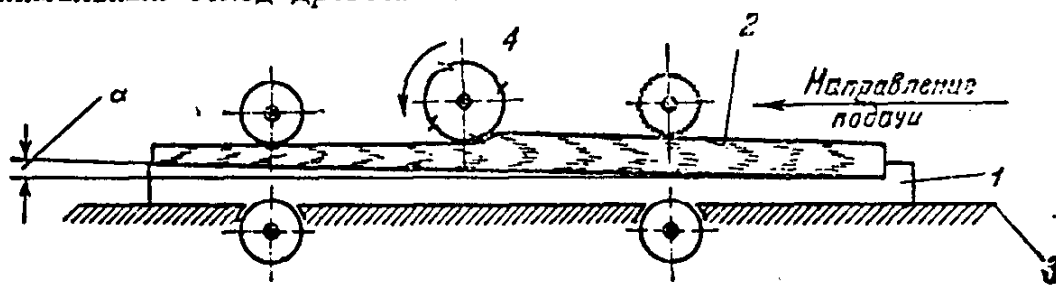
В зависимости от необходимой точности деталей распиловку ведут бархатными пилами в окончательный размер или обыкновенными пилами с припуском на последующую фрезеровку. Для получения бобышек треугольной формы по длине на стол циркульного станка устанавливают приспособление, показанное на фиг. 269. На кронштейнах 1,

жестко укрепленных к столу 2, поставлен на ось 3 металлический валик 4, с продольными канавками 5, профиль которых соответствует профилю распиливаемых заготовок. В показанном на фиг. 269 приспособлении имеются две канавки — для распиловки заготовок квадрат-



Фиг. 269. Приспособление для распиловки заготовок треугольной формы по длине.

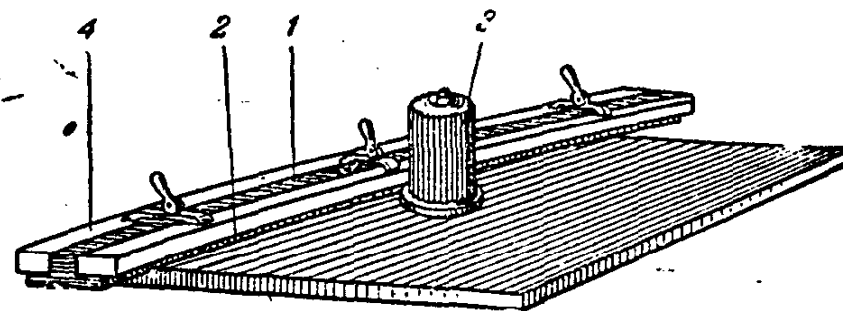
ного сечения на равносторонние треугольные уголки и прямоугольного — на разносторонние треугольные уголки. В первый момент распиловки заготовка 6 направляется на пилу 7 лапками 8. При распиловке деталей в этом приспособлении бархатными пилами получается минимальный отход древесины.



Фиг. 270. Подкладной шаблон для обработки конусных деталей на рейсмусовочном станке.

1—подкладной шаблон; 2—обрабатываемая деталь; 3—стол станка; 4—ножевая головка.

Прямолинейные детали с конусностью по длине обрабатывают в подкладных шаблонах на рейсмусовочных станках (фиг. 270). Рабочая плоскость подкладного шаблона наклонена под углом α так, чтобы при горизонтальной строжке заготовок получить требуемую конусность.

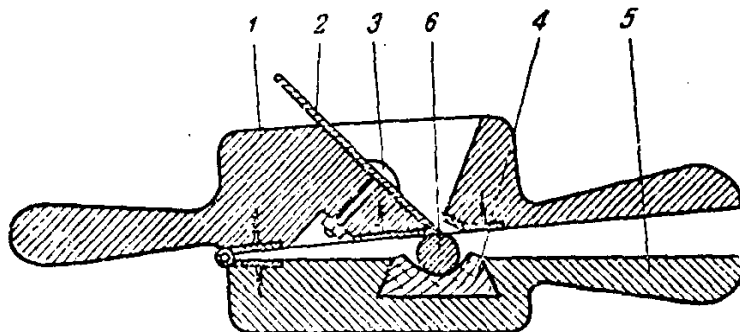


Фиг. 271. Приспособление для обработки деталей, имеющих конусность и кривизну по длине, на фрезерном станке.

В подкладных шаблонах обрабатывают заготовки прямоугольного и треугольного сечения. Детали, имеющие, кроме конусности, кривизну по длине, например лонжероны фюзеляжа, обрабатывают на вертикально-фрезерных станках по кольцу в приспособлении 1 (фиг. 271).

Рабочий контур основания 2 приспособления обрабатывается по шаблону, снятому с плазовой разбивки. Перемещая приспособление по кольцу на шпинделе станка, шарошка 3 обрабатывает заготовку 4, придавая ей нужную форму.

В зависимости от конфигурации деталь обрабатывают в приспособлении за один прием или за несколько приемов.

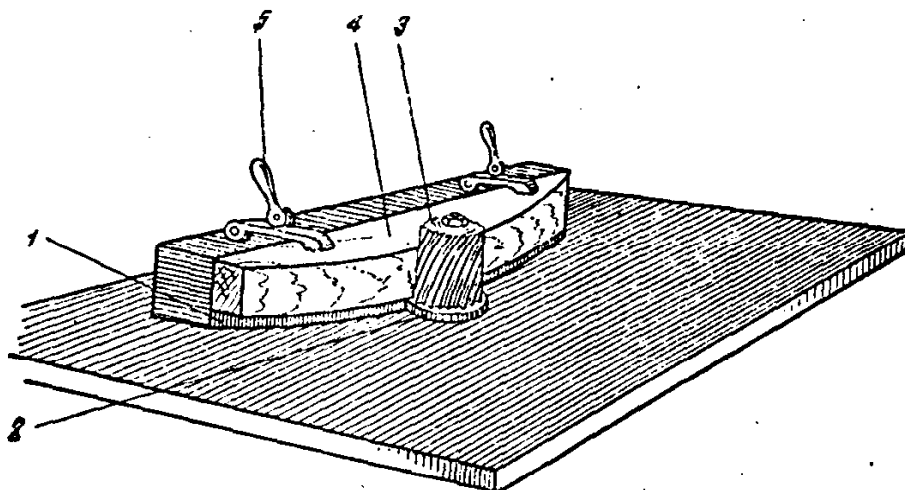


Фиг. 272. Приспособление для обработки круглых деталей на токарном станке.

1—верхняя колодка; 2—железка; 3—винт для крепления железки; 4—вкладыш; 5—нижняя колодка; 6—обрабатываемая деталь.

Круглые детали обрабатывают на токарных станках в приспособлении (фиг. 272). Верхняя колодка приспособления с укрепленной в ней железкой шарнирно соединена с нижней колодкой. Против железки в нижней колодке врезан кусок плотной древесины (бука или ясеня). Железка устанавливается так, чтобы при полном закрывании колодок получалась деталь требуемого диаметра.

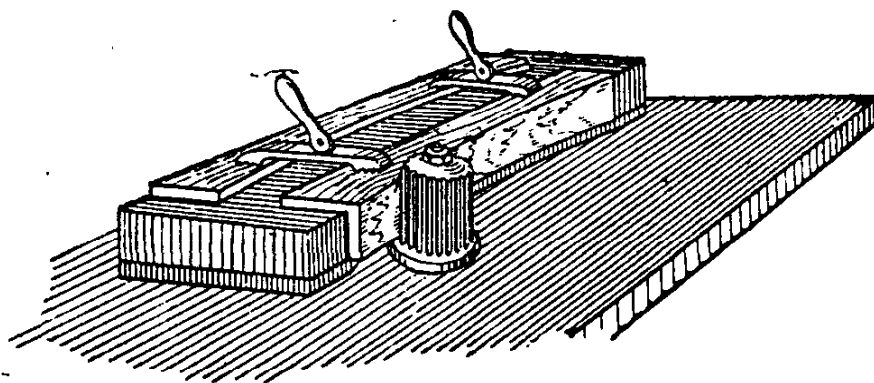
Наибольшее количество прямолинейных деталей можно обрабатывать на вертикально-фрезерном станке по направляющей линейке, но вследствие низкой производительности этот способ обработки в серийном производстве не применяется.



Фиг. 273. Одностороннее приспособление для частичной обработки деталей по кольцу на фрезерном станке.

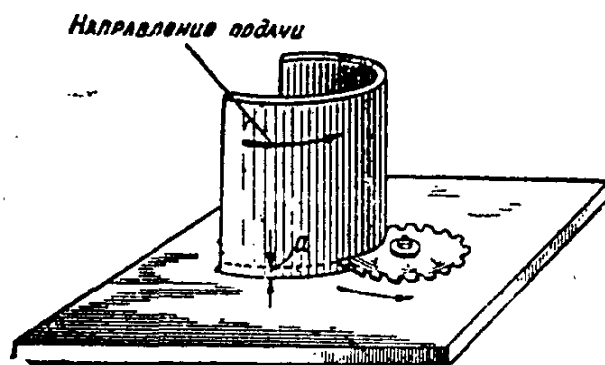
Детали криволинейной формы обрабатывают в приспособлениях на фрезерных станках по кольцу. На фиг. 273 показано одностороннее приспособление для частичной обработки детали на фрезерном станке по кольцу. Рабочий контур приспособления 1, обработанный по шаблону, снятому с плазовой разбивки, скользя по кольцу 2, дает воз-

возможность шарашке 3 придать заготовке 4 нужную форму. Заготовка укрепляется в приспособлении эксцентриковым зажимом 5.



Фиг. 274. Приспособление для обработки по всему контуру детали на фрезерном станке.

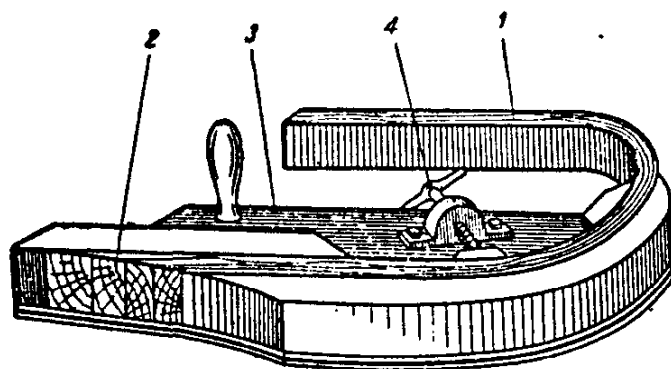
Для обработки заготовок с двух сторон или по всему контуру служат приспособления, подобные показанному на фиг. 274. Оно по конструкции аналогично описанному выше, но рабочий контур с обеих сторон основания рассчитан на полную фрезеровку контура заготовки.



Фиг. 275. Распиловка заготовки на детали (блочный способ).
а—ширина детали.

В таком приспособлении заготовку надо обрабатывать в определенной последовательности.

Фанерные детали небольшой ширины обрабатывают по так называемому блочному способу. Сначала в приспособлении (фиг. 257) выклеивают фанерную заготовку, ширина которой превышает ширину детали в пять-десять раз. Затем заготовки распиливают на детали на фрезерном станке бархатной пилой, установленной от стола станка на высоте, равной ширине выпиливаемой детали (фиг. 275). Этот способ при высокой производительности дает точные по размерам детали.



Фиг. 276. Приспособление для снятия уса на криволинейных деталях.

1—обрабатываемая деталь; 2—снятый ус на детали; 3—приспособление; 4—винтовой прижим.

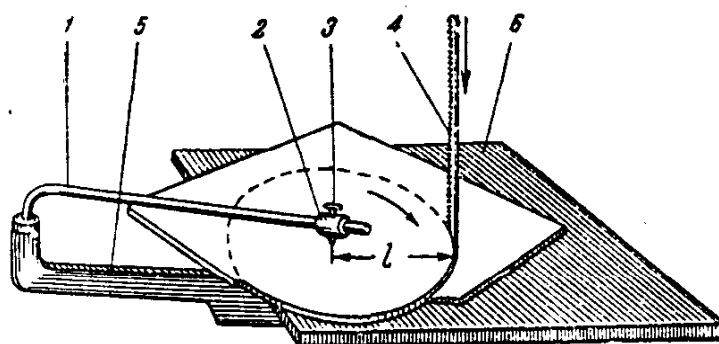
Ус у криволинейных деталей обрабатывают на вертикально-фрезерном станке в приспособлении (фиг. 276). Детали, имеющие форму правильной окружности большого диаметра, предварительно выпиливают на лобиковой или ленточной

пиле в приспособлении (фиг. 277). В этом приспособлении на кронштейне жестко укреплена горизонтальная направляющая 1, по которой

перемещается центр 2, укрепленный стопором 3 на расстоянии 1 от полотна пилы. Расстояние 1 равно радиусу окружности выпиливаемой детали. В окончательный размер деталь обрабатывают в шаблоне на фрезерном станке.

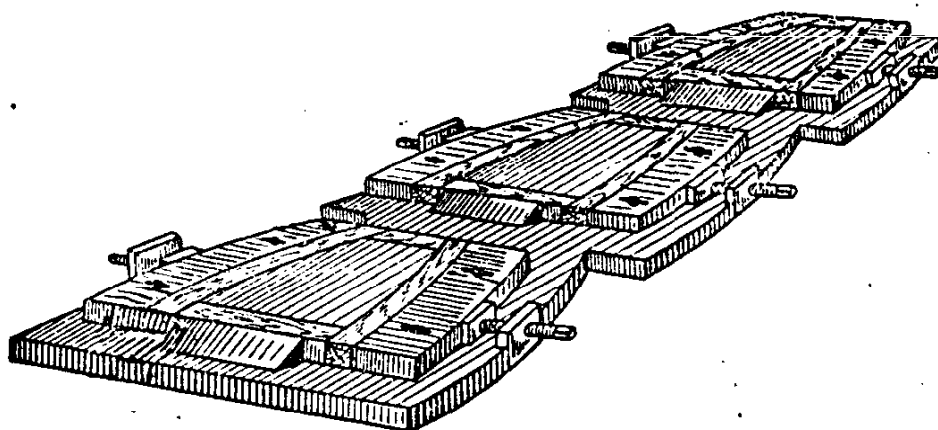
Элементарные детали, склеиваемые из отдельных заготовок древесины и фанеры, например комплект диафрагм лонжеронов, собираются в приспособлении, показанном на фиг. 278. Технологическая последовательность изготовления диафрагм следующая:

а) собирается на клею и запрессовывается в приспособлении каркас;



Фиг. 277. Выпиловка круглых фанерных деталей на ленточной пиле.

1—направляющая; 2—центр; 3—стопор для крепления центра; 4—пила; 5—кронштейн; 6—стол.



Фиг. 278. Приспособление для сборки диафрагм лонжерона.

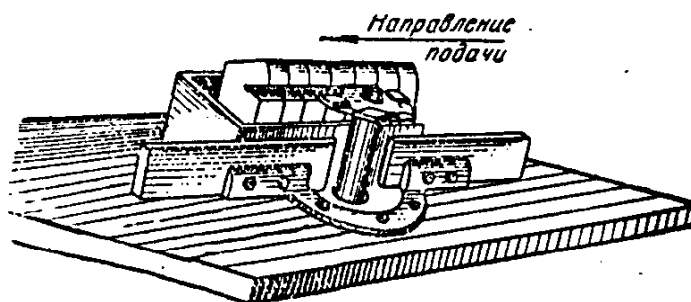
б) после установленной выдержки зачищают в приспособлении плоскость каркаса под установку фанерной стенки;

в) устанавливают на клею фанерную стенку на каркас и запрессовывают в прессе. Обычно приклеивают общую фанерную стенку на собранные в приспособлении каркасы;

г) после выдержки вынимают диафрагмы из приспособления и распиливают на ленточной пиле;

д) окончательно обрабатывают диафрагмы в шаблонах на фрезерном или копировально-фрезерном станке.

Всевозможные углубления и гнезда в элементарных деталях вырезают на фрезерных станках. На фиг. 279 показано приспособление для вырезки в деталях, обработанных по контуру, гнезд под стрингеры. В нем можно одновременно обрабатывать семь деталей и получать совершенно одинаковые гнезда.



Фиг. 279. Приспособление для вырезки гнезд в деталях, обработанных по контуру.

Приемка готовых элементарных деталей и предъявляемые к ним требования

Детали окончательно принимаются после полной их обработки по технологическому процессу с соблюдением всех выдержек. При контроле у готовых деталей проверяют качество материала, качество обработки поверхностей, правильность конфигурации детали и точность размеров. В зависимости от конструкции детали дополнительно проверяют качество склейки, правильность усовых соединений и их расположение по длине детали.

При механической обработке древесины часто обнаруживают в деталях дефекты, недопускаемые по техническим условиям, например синеву, внутренние трещины и свилеватость. Такие детали бракуют.

По качеству обработки поверхности детали разделяют на две группы: а) детали, обработанные режущим инструментом, и б) детали, прошедшие дополнительную обработку на шлифовальных станках.

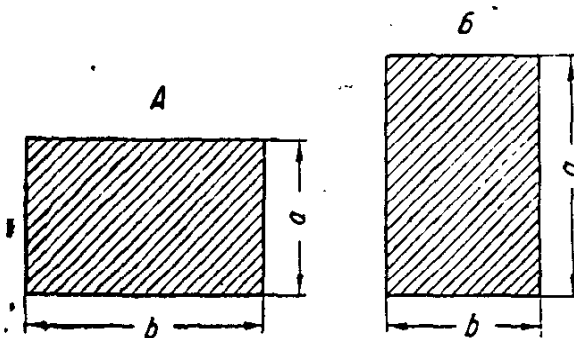
Поверхность деталей, обработанных режущим инструментом, должна быть ровной, без задиров и следов лезвий инструмента. Детали, обработанные пилами, не должны иметь грубых рисков и по качеству обработки должны приближаться к строганым поверхностям. Особенно тщательно следует проверять плоскости деталей, которые при дальнейшей обработке сопрягаются с другими деталями. В фигурных деталях не допускаются сколотые при фрезеровании или выпилке углы древесины. Плоскости, обработанные на шлифовальных станках, должны быть чистыми и ровными. Следы обработки плоскости режущим инструментом должны быть полностью сняты при шлифовании.

Склеенные детали, особенно детали больших размеров, при хранении коробятся, т. е. правильность их формы нарушается. В таких деталях, как полки лонжеронов, нервюр, стрингеры фюзеляжа и крыла и подобных им деталях, допускается продольное коробление, выправляемое легким нажатием руки. Коробленные «винтом» детали бракуются.

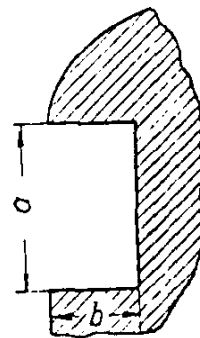
Детали должны быть изготовлены в пределах соответствующих допусков.

Допуски на деревянные детали

Прямоугольные в сечении детали (фиг. 280). Допуски в размерах a и b в миллиметрах:



Фиг. 280.



Фиг. 281.

1. Сечение полок коробчатых и ферменных лонжеронов А:

$$a \pm 0,2; \quad b \pm 0,3.$$

2. Сечение полок нервюр А:

$$a \pm 0,2; \quad b \pm 0,3.$$

3. Сечение бобышек лонжеронов B :

$$a \pm 0,1; \quad b \pm 0,3.$$

4. Сечение стрингеров и сплошных лонжеронов фюзеляжей B :

$$a \pm 0,2; \quad b \pm 0,3.$$

5. Прорезь под стрингер (фиг. 281):

$$a \pm 0,2; \quad b \pm 0,3.$$

Примечание. Допуск в размерах a и b в пунктах 4 и 5 дан с учетом получения в соединении плотной посадки, которая необходима для создания оптимальной прочности склейки.

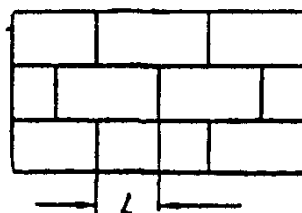
6. Сечение и длина стоек и распорок (фиг. 282):

$$a \pm 0,2; \quad b \pm 0,2$$

при $l \leq 300$ мм	0,2
" $l \leq 500$ "	0,3
" $l > 500$ "	0,5



Фиг. 282.



Фиг. 283.

7. Отверстие под болт:

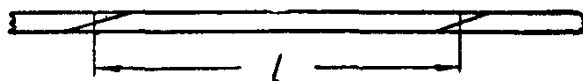
$$d \pm 0,1.$$

8. Допуски на смещение фуг в склеенных деталях (фиг. 283)

$$l \pm \frac{l}{5}.$$

9. Допуски на смещение усовых соединений при склейке по длине (фиг. 284)

$$l \pm \frac{l}{50}.$$



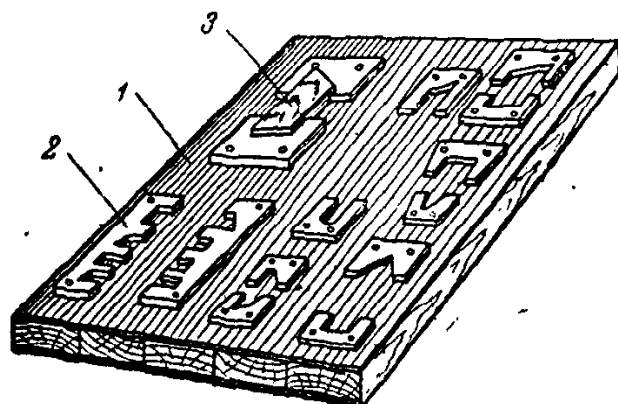
Фиг. 284.

Допуски на детали из фанеры, не обработанные на шлифовальных станках:

Фанера толщиной 1 мм	$\pm 0,15$
" " 1,5; 2 и 2,5 мм	$\pm 0,2$
" " 3 мм	$\pm 0,3$
" " 4 "	$\pm 0,35$
" " 5 и 6 мм	$\pm 0,4$
" " 8, 10 и 12 мм	$\pm 0,5$

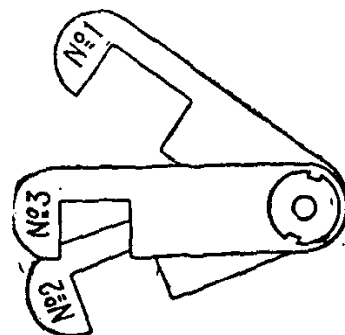
Примечание. Допуски на контур деталей являются общими для деталей из древесины и фанеры.

Размеры деталей проверяют контрольными скобами, шаблонами и нормальным измерительным инструментом. На фиг. 285 показан контрольный шаблон для проверки бобышек, уголков и мелких распорок. Детали с большим количеством сечений удобно проверять специальным набором скоб (фиг. 286). Ровные участки между сечениями проверяют под линейку.



Фиг. 285. Шаблон для контроля оторцованных деталей.

1—основание шаблона; 2—текстолитовые или дуралюминовые пластины-шаблоны; 3—бобышка, вложенная в шаблон.



Фиг. 286. Набор скоб для контроля сечений деталей.

Помещения, в которых производят контроль и хранят контрольно-измерительный инструмент и шаблоны, должны иметь температуру 15—25° и относительную влажность воздуха 50—60%.

2. УЗЛОВЫЕ ДЕТАЛИ

Узловые детали должны поступить на сборку комплектно, с учетом обеспеченности каждого стенда всеми деталями на определенное, заранее установленное время работы. Конечно, на сборку должны поступать лишь кондиционные детали. При наличии в комплекте хотя бы одной некондиционной детали задерживается сборка всего агрегата и нарушается установившийся ритм работы. Особенно высокие требования предъявляются к качеству узловых деталей, несущих стыковые узлы.

При поточном производстве все поступающие на сборку детали должны иметь припуски, точно соответствующие технологическим требованиям. Детали, требующие дополнительной подгонки, нельзя собирать в потоке, так как выполнение добавочных операций нарушит ритм работы.

Технология сборки узловых деталей, несмотря на их большое разнообразие, может быть сведена к следующим основным этапам:

- а. Установка элементарных деталей в сборочное приспособление.
- б. Выдержка в запрессованном и свободном состоянии.
- в. Строжка собранного каркаса детали.
- г. Установка обшивки на каркас.
- д. Выдержка в запрессованном и свободном состоянии.
- е. Обработка внутреннего контура детали.
- ж. Малковка наружного контура детали.
- з. Установка стыковых и других узлов.

При разработке процесса изготовления узловых деталей необходимо предусмотреть постановку на них дополнительных деталей, которая может быть перенесена с участка сборки соответствующего агрегата. Вынесение некоторых операций с участка общей сборки

агрегатов на участок узловой сборки позволит упростить изготовление агрегатов и сократить цикл сборки.

Цех производства узловых деталей должен быть оснащен следующими приспособлениями и станками:

- а) приспособления для сборки каркасов деталей;
- б) станки для строжки каркасов (фуговочные и рейсмусовочные);
- в) прессы для установки обшивок на каркас;
- г) станки для обработки внутреннего контура деталей (фрезерные и копировально-фрезерные);
- д) станки или приспособления для малковки наружного контура деталей;
- е) приспособления для установки дополнительных деталей.

Технология производства и оборудование цеха зависят от конструкции узловых деталей, основными из которых в самолете являются лонжероны, нервюры и шпангоуты.

Лонжероны

Деревянные лонжероны бывают коробчатой, секционной конструкции и сплошные.

Коробчатые лонжероны

Сборка коробчатых лонжеронов начинается со сборки коробки в прессах с пневматической или винтовой запрессовками. Эти прессы аналогичны прессам для склейки элементарных деталей (см. фиг. 249). В каждой секции пресса сулаги должны соответствовать запрессовываемой коробке. Дополнительные винтовые упоры необходимо устанавливать точно против бобышек коробки.

Детали для сборки коробки должны иметь следующие припуски:

- а) полки лонжерона по толщине 2—3 мм, по высоте на малковку 1—4 мм, по длине 30 мм на один конец;
- б) торцевые бобышки по длине 30 мм.

Перед склейкой все детали надо очистить от пыли щетинной щеткой или пылесосом и склеивать их с двухсторонним нанесением клея. На большие детали (полки лонжеронов, обшивки и др.) клей следует наносить механическим клееприносителем.

Коробка лонжерона в прессе собирается в следующей последовательности: укладывают на нижнюю сулагу полку лонжерона, затем бобышки и диафрагмы, на которые накладывают вторую полку лонжерона. На собранный лонжерон дают давление 0,5—1,0 кг/см² и молотком через деревянную прокладку выравнивают положение всех деталей на лонжероне по разметке. После выравнивания бобышки закрепляют дополнительно боковыми прижимами и повышают давление до 2—3 кг/см².

Выступающие потеки клея рекомендуется удалять до затвердевания их, так как при этом придется затратить меньше сил и времени и меньше затупится инструмент.

Коробку лонжерона выдерживают в запрессованном состоянии при склейке казеиновым клеем при температуре цеха 16—20° 4 часа, а при склейке смоляными клеями — 6 час. Рекомендуется следующий режим склейки смоляными клеями с электроподогревом при температуре клеевого шва 50—60°:

Выдержка в запрессованном состоянии до включения нагревателя	10 мин.
Выдержка при включенном нагревателе	40—50 мин.
Охлаждение под давлением	10—15 .

Склеенную коробку лонжерона направляют на лакировку внутренней поверхности. При склейке смоляными клеями можно лакировать детали смоляным лаком № 1 с выдержкой 2 часа при температуре цеха 16—20°. При склейке казенным клеем можно лакировать детали одним из трех вариантов, описанных в главе X.

Обшивки лакируют по трафарету, который для разметки делается на 5—10 мм полнее в каждую сторону от действительных размеров контура коробки, так как лак при нанесении растекается по волокнам древесины. Кроме того, припуск на трафарете предупреждает брак склейки при неточной установке обшивки.

После соответствующих выдержек коробку лонжерона передают для механической обработки на фуговочный станок, где строгает одну боковую плоскость. Вторая боковая плоскость строгается в рейсмусовочном станке. Параллельные боковые плоскости каркаса лонжерона центроплана строгаются в рейсмусовочном станке без приспособлений, а каркас консоли, вследствие его конусности, — в подкладном шаблоне так же, как элементарные конические детали.

При строжке боковых поверхностей материал режется вторец и перекек волокон, причем часто образуются зацепы и отколы в диафрагмах и бобышках. Для предотвращения таких дефектов при строжке каркаса лонжерона необходимо:

а) предварительно вручную застрогать диафрагмы и бобышки на толщину предполагаемой обработки на станках;

б) снять стамеской кромки тех деталей каркаса, на которых возможно образование зацепов и отколов;

в) затачивать и устанавливать ножи особо тщательно;

г) скорость подачи при строжке держать от 4,0 до 6,0 м/мин.

Фанеруется каркас лонжерона одновременно с двух сторон в пневматических и винтовых прессах такой же конструкции, как и для сборки каркаса лонжерона, но без винтовых упоров. Сулага пресса имеет контур лонжерона в том положении, в котором он фанеруется.

При фанеровке на каркас наносят вручную клей, затем накладывают обшивку (вне пресса), наблюдая за точным совпадением разметочного на обшивке контура с каркасом. Во избежание сдвига обшивок и для удобства закладки их в пресс обшивки крепят к каркасу несколькими мелкими гвоздями.

Удельное давление при фанеровке — 2,0—3,0 кг/см²; режим склейки аналогичен режиму склейки каркаса лонжерона.

На мелких и опытных предприятиях до сих пор обшивку устанавливают с использованием гвоздевой или грузовой запрессовки.

До механической обработки лонжерон выдерживается при склейке без подогрева 12—18 час., а при склейке с подогревом 1—2 часа, после чего поступает на малковочный участок для малковки верхней и нижней полок. Малкуют полки лонжеронов постоянной или переменной малкой в зависимости от наружного профиля агрегата (центроплан, консоль крыла).

Постоянной называется такая малка, когда угол наклона α (фиг. 287) по всей длине полки лонжерона постоянный. При переменной малке угол α уменьшается от продольной оси самолета к концу консоли. Малковку лонжеронов можно вести вручную и на вертикально-фрезерном станке. Ручная малковка вследствие большой трудоемкости и несовершенства этого метода применяется очень редко.

На вертикально-фрезерных станках применяют четыре способа малковки лонжеронов (см. фиг. 287).

Первый. Снятие малки цилиндрической шарошкой в приспособлении, рабочая плоскость которого наклонена соответственно углу

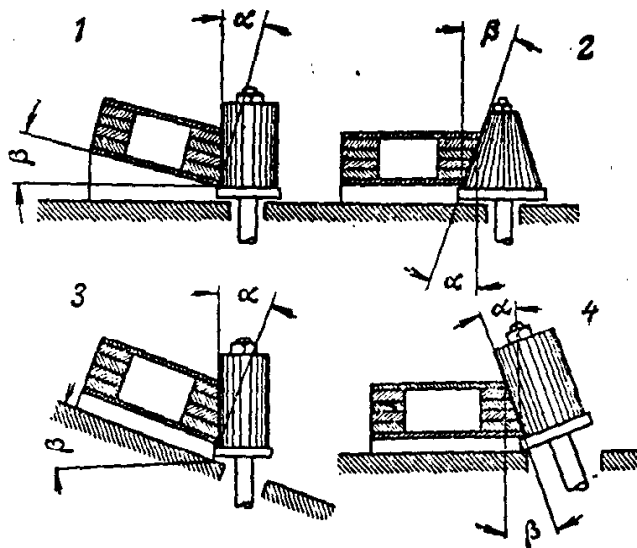
малковки. Лонжерон перемещается по наклонной плоскости приспособления и цилиндрическая шарошка обрабатывает его полку под углом, равным углу наклона рабочей плоскости приспособления β . Этот способ малковки лонжеронов широко применяется, так как не требует специального режущего инструмента и осуществляется в простом деревянном приспособлении.

Второй. Снятие малки специальным режущим инструментом с конусностью, соответствующей снимаемой малке. Лонжерон кладется на горизонтальный стол станка и обрабатывается наклонно расположенными резцами конусной шарошки. Такая малковка обеспечивает высокую точность и весьма удобна в работе.

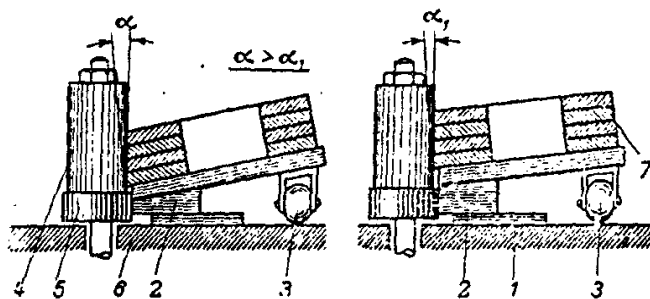
Третий. Снятие малки цилиндрической шарошкой на фрезерных станках с наклоняющимся столом. Этот способ применяется значительно реже, так как при наклонном расположении стола неудобно работать и точность малковки ниже.

Четвертый. Снятие малки цилиндрической шарошкой на фрезерных станках с наклонным шпинделем на горизонтальном столе. Шпиндель имеет наклон на угол β , равный углу малки. Этот способ малковки широко применяется в производстве, но высокое качество обработки можно получить только при наличии мало изношенных и точно налаженных станков.

Переменная малка на вертикально-фрезерных станках снимается по способу, показанному на фиг. 288. Здесь лонжерон обрабатывается цилиндрической шарошкой при горизонтальном расположении стола, в который врезан ролик 1, облегчающий перемещение приспособления по столу. Лонжерон устанавливается на рабочей поверхности приспособления неподвижно. На нижней стороне приспособления укреплена продольная коническая рейка 2, угол наклона которой по длине меняется соответственно углу малки. Приспособление опирается рейкой на ролик, врезанный в стол станка. Противоположная сторона приспособления опирается на ролики 3, укрепленные в обоймах на приспособлении. Для точного изменения угла наклона приспособления соответственно



Фиг. 287. Способы снятия постоянной малки на фрезерном станке.

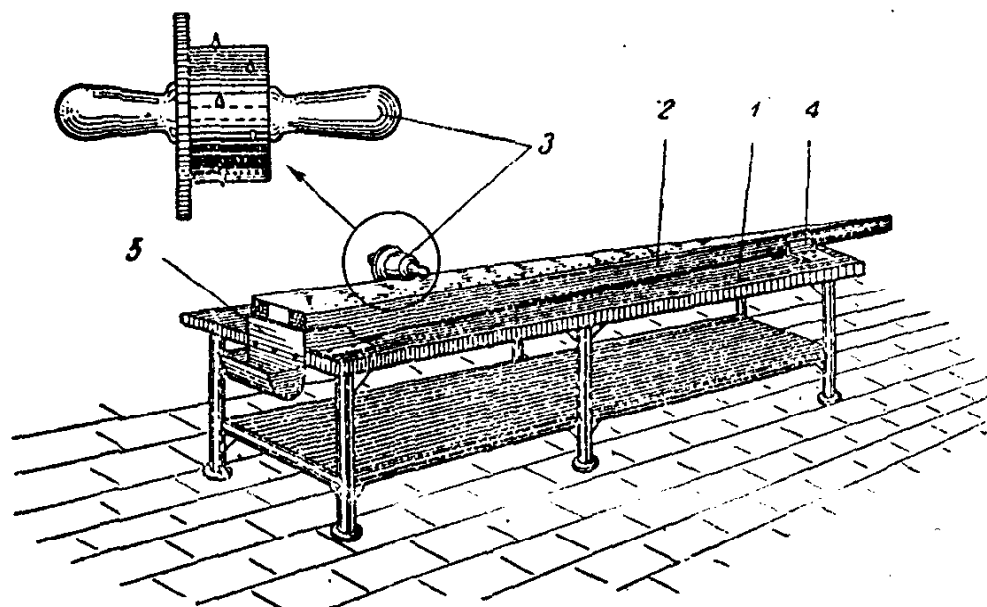


Фиг. 288. Снятие переменной малки на фрезерном станке.

1—ролик; 2—коническая рейка; 3—ролики в обоймах на приспособлении; 4—шарошка; 5—кольцо; 6—стол станка; 7—малкуемый лонжерон.

углу наклона конической рейки ролики имеют закругленную форму. При перемещении приспособления с лонжероном коническая рейка меняет угол наклона по длине всего приспособления, вследствие чего цилиндрическая шарошка обрабатывает лонжерон с переменной малкой. Целесообразно обрабатывать торцы лонжерона в окончательный размер в этом же приспособлении на фрезерном станке.

В этом случае, если обшивка должна крепиться к каркасу, кроме клея, гвоздями или шурупами, лонжерон после малковки поступает на специально оборудованное для операции рабочее место (фиг. 289).



Фиг. 289. Прошивка гвоздями обшивки лонжерона.

1—рабочий стол; 2—лонжерон; 3—разметочная катушка; 4—скоба; 5—упоры.

Лонжерон торцевой частью закладывается в скобу, а консолью помещается между упорами так, чтобы своей поверхностью он не касался плоскости стола во избежание повреждения поверхности лонжерона.

Обшивку прикрепляют к каркасу оцинкованными гвоздями или латунными шурупами, для чего в деталях предварительно засверливают отверстия. В зависимости от размера и диаметра гвоздей и шурупов и породы дерева, из которого сделана деталь, предварительную засверловку следует производить, руководствуясь данными табл. 48, 49 и 50.

Таблица 48

Предварительная засверловка при скреплении деталей шурупами

Диаметр шурупа <i>мм</i>	Порода древесины		Диаметр шурупа <i>мм</i>	Порода древесины	
	липа, бук, сосна, пихта, ель, дуб и ясень	лиственница		липа, бук, сосна, пихта, ель, дуб и ясень	лиственница
	диаметр сверла, <i>мм</i>			диаметр сверла, <i>мм</i>	
1,4	0,9	1,2	4,0	2,6	2,8
1,7	1,2	1,5	4,5	3,1	3,3
2,0	1,4	1,7	5,0	3,3	3,6
2,3	1,7	2,0	6,0	4,3	4,6
2,6	1,7	2,0	7,0	4,9	5,2
3,0	2,1	2,4	8,0	5,6	5,9
3,5	2,3	2,5	10,0	7,0	7,2

Предварительная засверловка при скреплении деталей гвоздями

Диаметр гвоздей мм	Липа			Сосна			Лиственница		
	размеры деталей не менее, мм								
	5×5×30	10×10×30	20×20×30	5×5×30	10×10×30	20×20×30	5×5×30	10×10×30	20×20×30
	размеры сверл, мм								
0,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,9	—	—	—	0,7	—	—	—	—	—
1,0	—	—	—	0,8	—	—	—	0,9	—
1,2	0,8	—	—	1,0	—	—	—	1,1	—
1,4	1,0	—	—	1,2	—	—	—	1,3	—
1,6	1,2	0,9	—	1,4	1,2	—	—	1,5	1,2
1,8	1,4	1,1	—	1,6	1,4	—	—	1,7	1,4
2,0	1,6	1,3	1,0	1,8	1,6	1,0	—	1,9	1,6
2,3	1,9	1,6	1,3	2,1	1,9	1,3	—	2,2	1,9

Таблица 50

Максимальный диаметр гвоздей, не вызывающий раскалывания деталей при их соединении без предварительной засверловки

Порода	Степень колкости	Максимальный диаметр гвоздей, не вызывающий раскола деталей, с размерами не менее, мм				
		5×5×30	10×10×30	20×20×30	30×30×40	25×25×30
Липа, бук	Неколкие	1,0	1,4	1,8	2,6	—
Сосна, пихта и ель	Средней колкости	0,8	1,4	1,8	1,3	—
Дуб, ясень	Колкие	0,8	1,2	1,6	2,0	—
Листвен- ница	Очень колкая	0,0	0,9	1,4	2,0	—
Фанера (вторец)	—	—	—	—	—	1,4

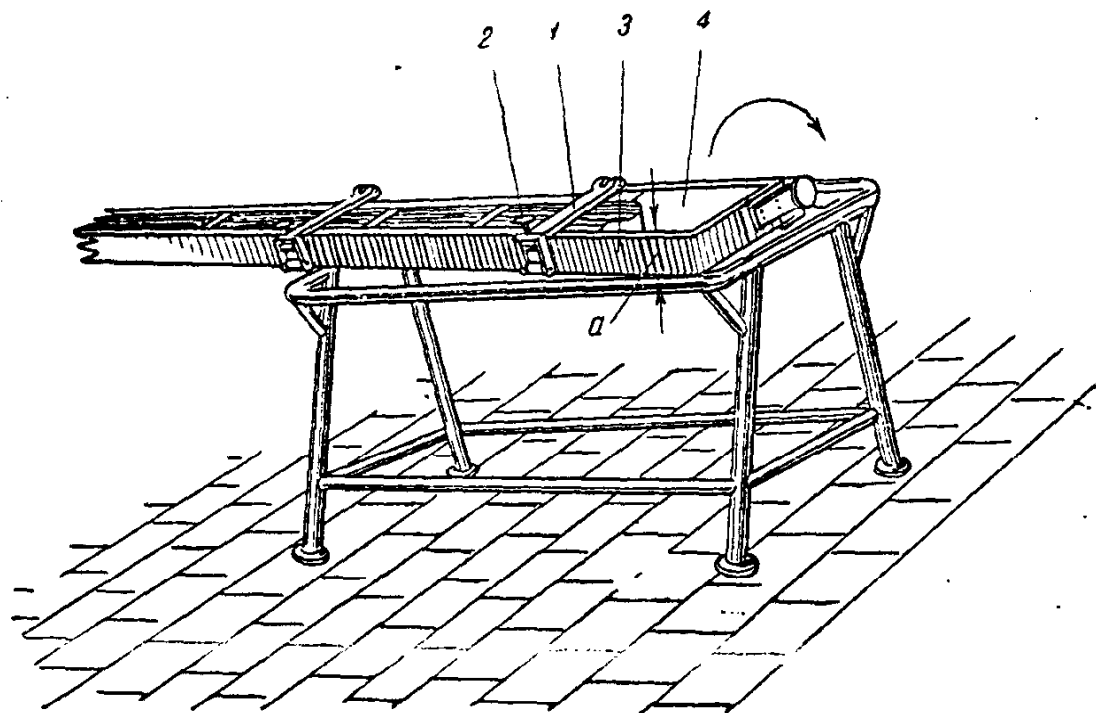
Целесообразно применять тонкие и длинные шурупы и гвозди. При этом соединения получаются прочными и легкими. Количество рядов и шаг между гвоздями или шурупами в соединяемых деталях зависят от ширины деталей:

а) при ширине деталей 4—20 мм гвозди прошиваются в один ряд с шагом 25—35 мм;

б) при ширине деталей 20—30 мм — в два ряда с шагом 50 мм;

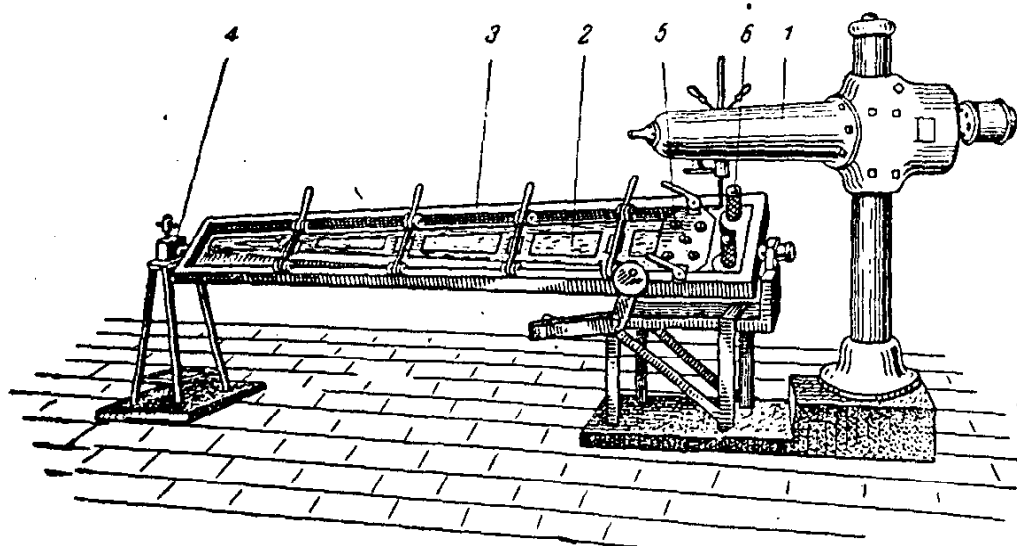
в) при ширине деталей 30—60 мм — в три ряда при шахматном расположении с шагом 40 мм.

Места для установки гвоздей и шурупов размечаются специальным приспособлением 3 (см. фиг. 289). Размер гвоздей и шурупов и их расположение указывают в чертежах или в технических условиях.



Фиг. 290. Приспособление для застройки лонжерона под стыковые узлы.

Установка на лонжерон накладок под стыковые узлы и точная их подгонка по контуру узла производится в приспособлении (фиг. 290). Лонжерон закладывается в приспособление торцевой частью и крепится накладками 1 и винтами 2. Накладки строгаются до совпадения их с кромками рамки 3. Ширина a рамки точно соответствует размеру



Фиг. 291. Стенд для установки стыковых узлов на лонжерон.

1—радиально-сверлильный станок; 2—лонжерон; 3—рама; 4—подшипники; 5—кондукторная плита для сверления крепежных отверстий узла в лонжероне; 6—фиксаторные штыри по стыковым отверстиям лонжерона.

проушины стыкового узла. Для обработки накладок с обеих сторон лонжерон 4 поворачивается в приспособлении на противоположную сторону в направлении, указанном стрелкой.

Стыковые узлы устанавливаются на лонжерон на стенде (фиг. 291), состоящем из радиально-сверлильного станка и рамы, укрепленной в

подшипниках на стойках и могущей поворачиваться на 360° для сверления отверстий за два прохода с различных сторон, что бывает необходимо при значительной толщине лонжерона.

В зависимости от конструкции стыкового узла технология установки его на лонжерон имеет два варианта (см. фиг. 349). При разъемной конструкции А первоначально сверлят стыковые отверстия и фиксируют узел шпильками, после чего сверлят крепежные отверстия. При неразъемной конструкции Б стыковой узел сразу фиксируют в раме приспособления и сверлят крепежные отверстия. В обоих случаях отверстия сверлят по кондукторной плите. Плоскость лонжерона, соприкасающуюся со стыковым узлом, покрывают свинцовым суриком.

Размеры лонжеронов при обработке проверяют скобами по намеренным осям нервюр.

Секционные лонжероны

Сборка секционных лонжеронов начинается со сборки секций, которые целесообразно собирать в верных и конвейерных прессах (см. фиг. 247 и 248). В каждой секции пресса собирается до двух секций лонжерона. Применение электроподогрева при склейке обеспечивает высокую производительность.

Перед сборкой секций полки лонжеронов должны быть простроганы с двух плоских сторон с припуском по 2 мм на сторону и отфрезерованы по наружному контуру с припуском 3 мм и иметь по длине припуск по 30 мм на каждый конец. Бобышки обрабатывают с припуском по толщине 2 мм на сторону. Торцевые бобышки должны иметь припуск по длине 30 мм.

Полки лонжеронов из дельта-древесины обрабатывают до равномерной шероховатости на пескоструйном аппарате или наждачной бумагой № 0-2 на шлифовальном станке, затем пыль удаляют щеткой и за 10—15 мин. до склейки протирают тряпкой, смоченной в ацетоне или бензине.

При запрессовке секции в вайме пресса прижимы надо располагать против бобышек.

Удельное давление при склейке секций лонжеронов должно быть следующим:

- а) для полок из хвойных пород 2,0—3,0 кг/см²;
- б) для полок из твердых лиственных пород 3,0—4,0 кг/см²;
- в) для полок из дельта-древесины 4,0—5,0 кг/см².

Выдержка секций лонжеронов с полками из дельта-древесины в запрессованном состоянии при склейке казеиновым клеем при температуре цеха 16—20° — 6 час., смоляными клеями — 12 час.

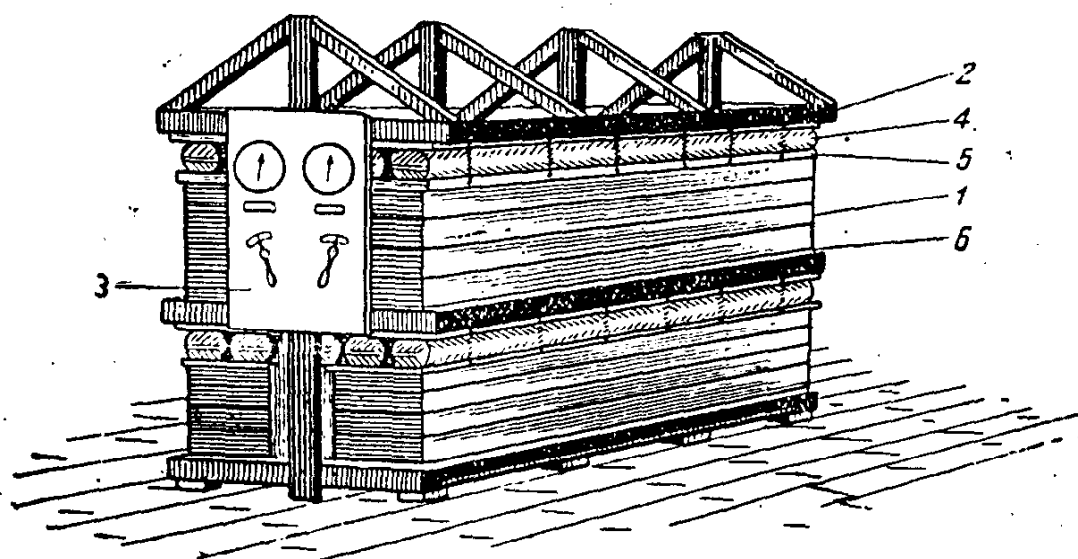
Режим склейки смоляными клеями с электроподогревом при температуре клеевого шва 50—60° рекомендуется следующий:

- Выдержка в запрессованном состоянии до включения нагревателя 10 мин.
- Выдержка при включенном нагревателе 30—40 мин.
- Охлаждение под давлением 10 мин.
- Свободная выдержка собранной секции:
 - при склейке без подогрева 12—18 час.
 - при склейке с подогревом 1—2 .

После свободной выдержки секцию обрабатывают на фуговочном станке, а затем в размер на рейсмусовочном.

Параллельно с секциями изготавливаются прокладки из фанеры бакелитовой или смоляной склейки. Эти прокладки перед сдачей на комплекточный участок шлифуют на вальцовых шлифовальных станках. Особое внимание при обработке и шлифовке прокладок следует обращать на усовые соединения, которые должны иметь гладкую и ровную поверхность.

При комплектовке пакета толщину лонжерона доводят до нормальной подбором секций и прокладок. При перестройке одной или нескольких секций (в пределах допусков) толщина лонжерона комплектуется подбором остальных секций и прокладок с плюсовым допуском. Отклонение от толщины лонжерона по чертежу допускается 1—2 мм.



Фиг. 292. Пневматический пресс для склейки каркасов секционного лонжерона.
1—лонжероны; 2—рама пресса; 3—пульт управления; 4—дюритовые шланги; 5—верхняя сулага; 6—нижняя сулага.

Собранные в пакет секции и прокладки выравнивают по длине и по ширине, скомплектованный пакет лонжерона скрепляют струбцинами и в каждом конце лонжерона сверлят по два отверстия диаметром не более 12 мм под фиксирующие шпильки. После вставки шпилек в просверленные отверстия струбцины снимают.

Секционные лонжероны склеиваются в пневматических или винтовых прессах. В прессе, изображенном на фиг. 292, можно одновременно запрессовать до четырех лонжеронов в каждой секции. Перед склейкой секции и прокладки очищают от пыли, а полки из дельта-древесины протирают тряпкой, смоченной в ацетоне или бензине.

Клей наносят сначала на секции вручную, а затем на фанерные прокладки вручну или клеенаносителем. При укладке в пресс секции и прокладки фиксируют шпильками. Нижняя и верхняя сулаги должны быть жесткими и не давать прогиба при запрессовке.

В винтовом прессе пакет лонжерона собирают с жесткими подкладками во избежание повреждений отдельных деталей от винта, а также для равномерной передачи давления при запрессовке по всей склеиваемой поверхности. Удельное давление при сборке пакета лонжерона должно быть 4—5 кг/см².

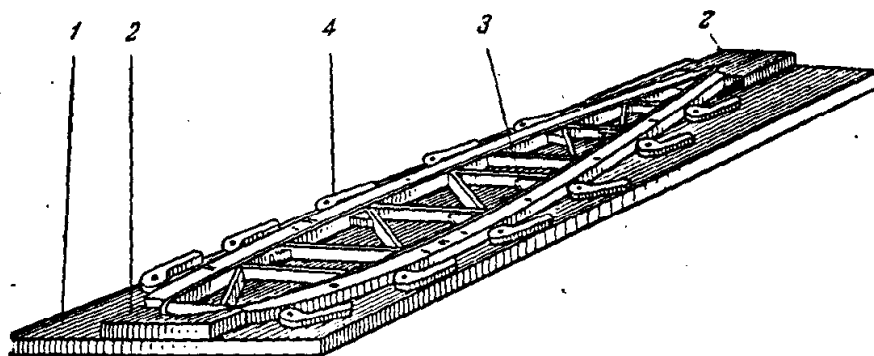
Выдержка в запрессованном состоянии для пакета лонжерона с полками из дельта-древесины при склейке казенным клеем при температуре цеха 16—20° должна быть 6 час., а при склейке смоляными

клеями — 12 час. Свободная выдержка перед механической обработкой на станке — 12—18 час.

Последующая обработка секционных лонжеронов аналогична обработке лонжеронов коробчатой конструкции.

Нервюры

Каркас нервюры собирается в приспособлениях с винтовой, эксцентриковой и пневматической запрессовками. На фиг. 293 показано такое приспособление с эксцентриковыми зажимами. Основанием его служит сосновый щит, фанерованный 3—4 мм фанерой с обеих сторон. Общая толщина щита — 30—40 мм. Верхняя рабочая поверхность щита долж-



Фиг. 293. Приспособление с эксцентриковыми зажимами для сборки каркаса нервюры.

1—щит-основание; 2—наружные фиксаторы; 3—внутренние фиксаторы; 4—эксцентриковые зажимы.

на быть точно выверена и на ней устанавливаются по шаблону или разметке внутренние и наружные фанерные или ясеневые фиксаторы положения полок, стоек и раскосов.

Сначала ставят наружные фиксаторы, а затем внутренние. Фиксаторы точно подгоняют по месту, ставят на клею и дополнительно крепят шурупами. Прижимы устанавливают на щите против стоек, распорок и других мест склеивания.

Металлическим шаблоном, по которому устанавливались фиксаторы и прижимы, одновременно можно и контролировать приспособления. Такой контроль особенно необходим при изготовлении взаимозаменяемых нервюр, что позволит своевременно обнаружить и устранить дефекты приспособления.

По разметке фиксаторы устанавливают в приспособлении только при изготовлении опытных машин или небольшой серии, когда нецелесообразно делать дорогие металлические шаблоны.

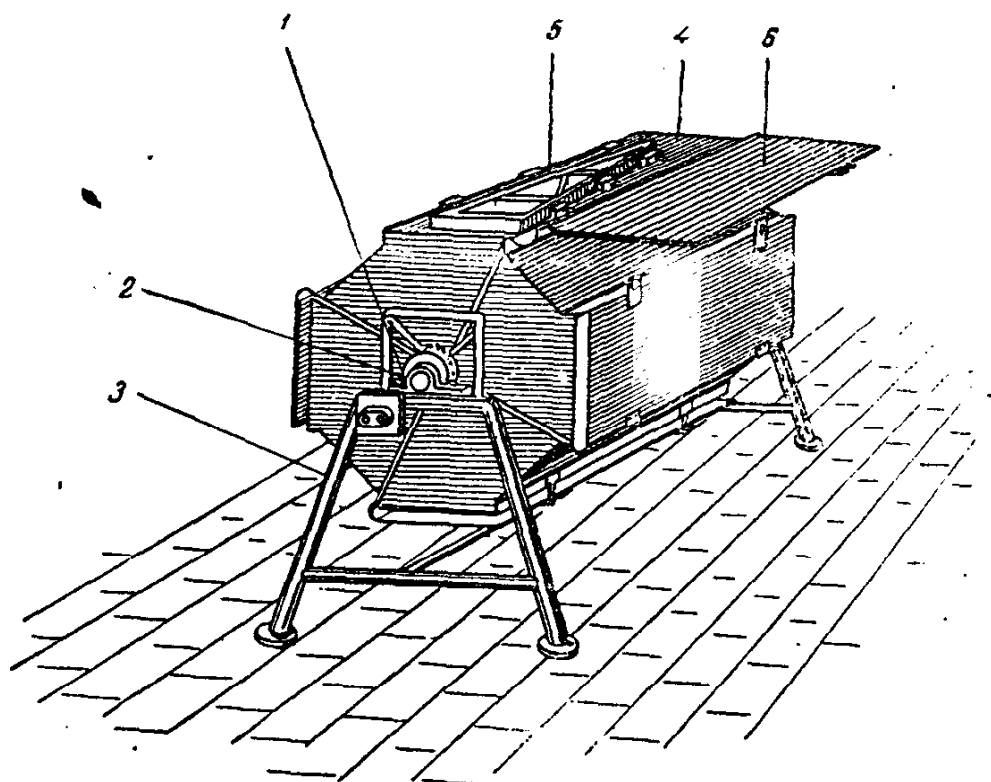
Основания приспособлений покрывают нитроклеем АК-20 или смазывают воском или парафином со скипидаром во избежание приклеивания их к нервюрам.

Против мест склейки в щите приспособления делают сквозные отверстия, через которые деревянным штырем выталкивают собранную нервюру.

Для увеличения производительности и для лучшего использования рабочего места четыре-восемь приспособлений устанавливают на вращающийся барабан (фиг. 294).

Для сокращения цикла сборки нервюр каждый сборочный щит оборудован контактным электроподогревом, расположенным непосредственно под собираемым каркасом и в откидной крышке. Проводка

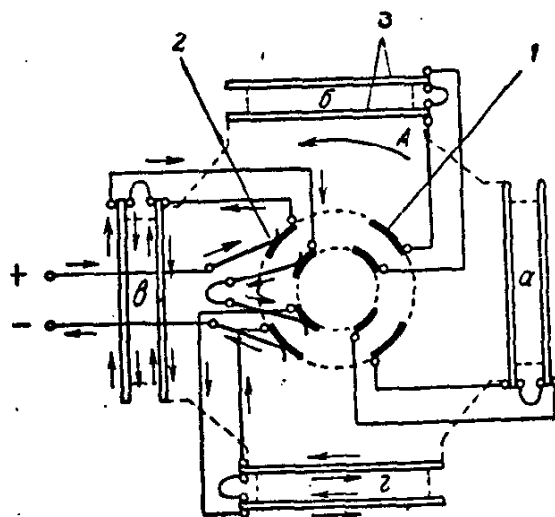
подогрева каждой секции соединена с коллекторными пластинками на оси барабана (фиг. 295). Ток подводится через щетки и включается



Фиг. 294. Вращающийся четырехсекционный барабан для сборки каркасов нервюр.

1—барабан; 2—подшипники; 3—стойки; 4—сборочный штит; 5—собираемый каркас; 6—откидная крышка.

одновременно в два сборочные щита барабана, соединенные между собой последовательно. При вращении барабана по стрелке А включается подогрев сборочного щита б и подогрев щита г. Этим достигается автоматизация подогрева.



Фиг. 295. Схема электропроводки к электронагревателям барабана.

1—коллекторные пластинки; 2—щетки; 3—электронагреватели секции барабана.

Каркасы нервюр фанеруют в пневматическом прессе для фанеровки щитов (см. фиг. 253) или в винтовом прессе.

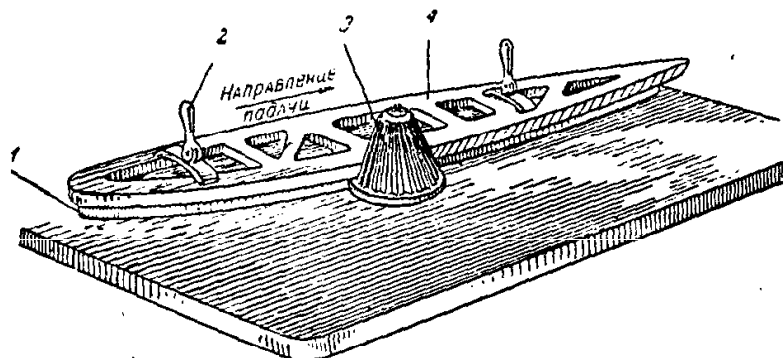
Нервюры без малки или с постоянной малкой обрабатывают в подкладных приспособлениях.

На фиг. 296 показано подкладное приспособление для обработки контура нервюры без малки по кольцу на вертикально-фрезерном станке. Основание 1 приспособления точно обработано по контурному шаблону, снятому, с плазмой разбивки нервюры, для которой изготовлено приспособление. Нервюра крепится в приспособлении по сборочным отверстиям

эксцентриковыми зажимами 2. Приспособление опирается основанием на кольцо и перемещается по столу станка. Шарошка 3 обрабатывает укрепленную в приспособлении нервюру 4 точно по контуру

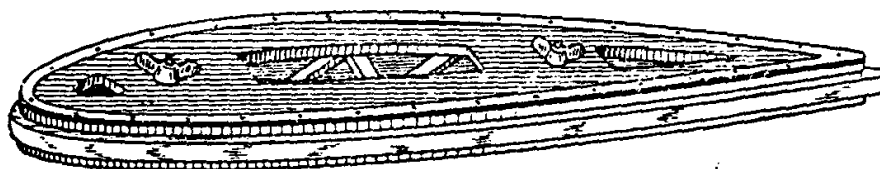
основания, а следовательно, и плазовой разбивки нервюры. В этом приспособлении можно малковать нервюры с постоянной малкой любым из трех указанных выше способов малковки.

Переменная малка снимается по копирам на станке или вручную



Фиг. 296. Подкладное приспособление для обработки контура нервюры по кольцу на фрезерном станке.

в приспособлении (фиг. 297), контур которого имеет наклон, соответствующий переменной малке, снятой с плазовой разбивки. Обрабатывается нервюра цилиндрической шарошкой, установленной в оправке.



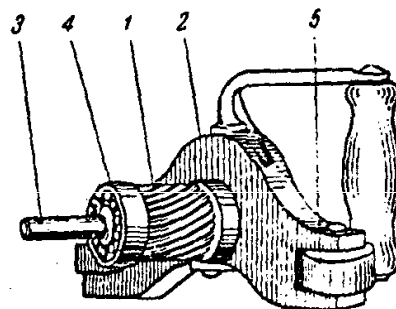
Фиг. 297. Приспособление для снятия переменной малки вручную.

Шарошка приводится в движение пневматической дрелью (фиг. 298). Ролики катятся по контуру приспособления и вращающаяся шарошка обрабатывает нервюру. Боковые упорные ролики придают режущему инструменту точное положение относительно нервюры. Внутренний контур нервюры обрабатывают на копировально-фрезерном станке.

Круглые или квадратные отверстия под стрингеры выбирают в изготовленных нервюрах по разметке на сверлильных станках. Круглые отверстия высверливаются обыкновенным сверлом, а квадратные—комбинированным инструментом.

Собираются нервюры по следующим двум технологическим вариантам:

Первый вариант. Толщина поступающих на сборку деталей каркаса равна толщине каркаса одной нервюры с припуском на строжку перед его фанеровкой. Сборку каркаса нервюры в приспособлении, показанном на фиг. 293, начинают с установки верхней и нижней полок и склейки их с передней и хвостовой бобышками. Затем устанавливают по фиксаторам все стойки и распорки. Для увеличения производительности труда детали каркаса нервюры должны

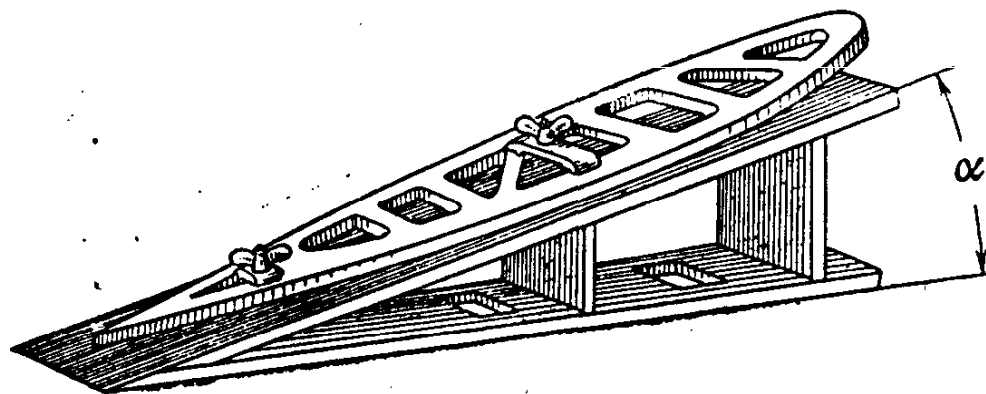


Фиг. 298. Режущий инструмент для снятия малки нервюр в приспособлении.

1—шарошка; 2—оправка; 3—валик для соединения с пневмодрелью; 4—ролики; 5—боковые ролики.

быть размещены на рабочем месте в специальных ячейках, что позволит рабочему быстро брать требуемую деталь. Клей на детали наносится с двух сторон вручную. Запрессовывают каркас нервюры с удельным давлением $1-2 \text{ кг/см}^2$ и выдержка в запрессованном и свободном состояниях зависит от применяемого клея и принятой технологии, что регламентируется технологической картой.

В приспособлении, показанном на фиг. 294, каркасы нервюр собирают таким же образом. Собранный и запрессованный каркас нервюры в сборочном щите закрывается верхним подогревом и барабан поворачивается. Каркасу дается выдержка в запрессованном состоянии до включения электроподогрева. По окончании сборки второго каркаса и после поворота барабана для сборки третьего каркаса в первый щит



Фиг. 299. Наклонное приспособление для фрезеровки отверстий под лонжероны в неразъемных нервюрах.

включается подогрев, который длится до окончания сборки каркаса в четвертом сборочном щите барабана; затем подогрев выключается и каркас охлаждается в запрессованном состоянии.

Собранный каркас нервюры сначала строгается на фуговочном станке, затем обрабатывается по размеру на рейсмусовочном. При строжке каркаса нервюры могут возникнуть такие же повреждения, как и при строжке каркаса лонжерона; для предотвращения их следует принимать уже описанные меры. После строжки каркас поступает на фанеровку с одной или с двух сторон. Склейка производится с двухсторонним нанесением клея и удельным давлением $1,0-1,5 \text{ кг/см}^2$.

Выдержка в запрессованном и свободном состоянии зависит от применяемого клея и принятой технологии.

Внутренний контур нервюр фрезеруют в соответствующих приспособлениях на копировально-фрезерных станках. Отверстия облегчения фрезеруют в плоских приспособлениях. В неразъемных нервюрах отверстия под лонжероны, расположенные под углом к плоскости нервюры, фрезеруют в наклонных приспособлениях (фиг. 299). Угол наклона α рабочей плоскости приспособления к столу станка равен углу наклона лонжерона к плоскости нервюры. Наружный контур нервюры обрабатывают в приспособлении, изображенном на фиг. 296, а перемену малку снимают в приспособлении (см. фиг. 297) или на специальном станке.

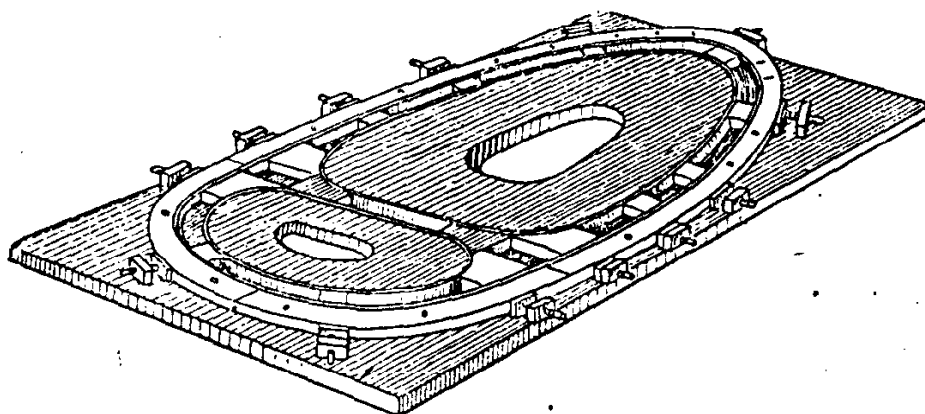
Второй вариант изготовления нервюр в производстве называется иногда блочным способом. При этом способе подаются на сборку детали с толщиной, равной двойной толщине каркаса нервюры, с припуском на строжку по плоскостям фанеровки и на распил бархатной пилой. Приспособления для сборки каркаса те же, что и для сборки по первому варианту, за исключением фиксаторов и лапок прижи-

мов по высоте, которые должны соответствовать увеличенным размерам деталей. Собирается каркас так же, как при первом варианте.

Готовый каркас строгается на фуговочном и рейсмусовочном станках до размера, равного двойной толщине каркаса нервюры, с учетом толщины одного пропила. После строжки каркас фанеруется и распиливается бархатной пилой в продольном направлении на две нервюры. При необходимости фанерования нервюры с обеих сторон ее передают на участок прессов для установки второй фанерной обшивки. Блочный способ изготовления нервюр при фанеровке их с одной стороны вдвое снижает трудоемкость и цикл производства.

Шпангоуты

Шпангоуты по конструкции разделяются на коробчатые (облегченные) и рамные (сплошного сечения — усиленные).



Фиг. 300. Приспособление для сборки каркаса коробчатого шпангоута.

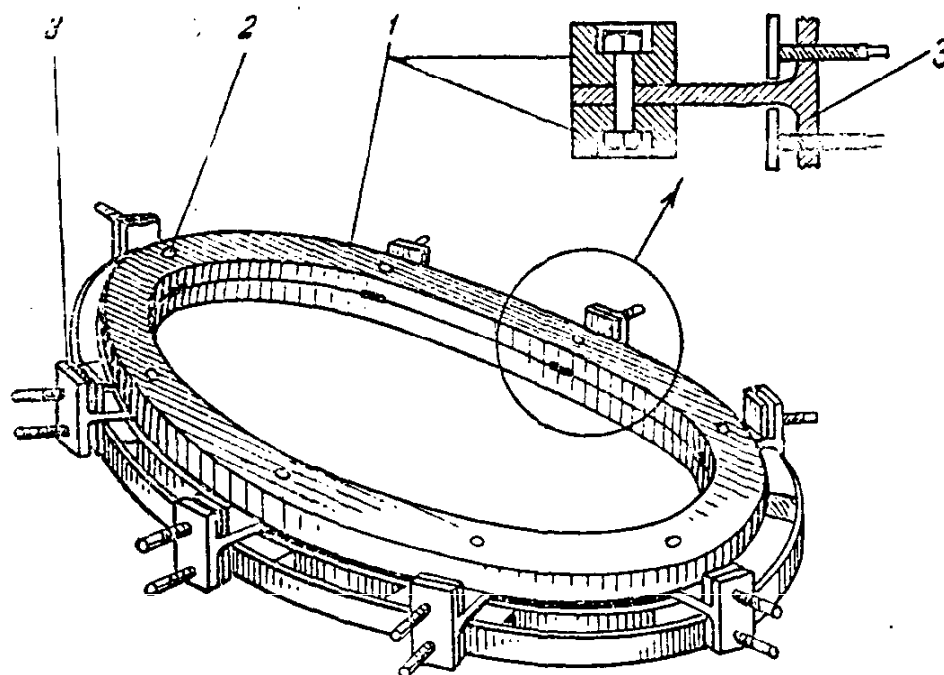
Приспособления, оборудование и технология изготовления коробчатых шпангоутов аналогичны приспособлениям, оборудованию и технологии изготовления нервюр.

На фиг. 300 показано приспособление с винтовыми зажимами для сборки коробчатого шпангоута. Основная часть приспособления — основной щит — с обеих сторон зафанерована 3—5-мм фанерой. Все внутренние фиксаторы и наружные зажимы установлены по шаблону, снятому с плазовой разбивки.

Для сборки коробчатых кольцевых шпангоутов применяются приспособления другой конструкции. Показанное на фиг. 301 приспособление рассчитано на одновременную сборку двух шпангоутов. Два кольца 1 из переклеенной фанеры с наружным контуром, соответствующим внутреннему контуру шпангоута, соединены между собой болтами 2, которыми одновременно прикреплены Т-образные винтовые зажимы 3. Каждый зажим расположен против бобышек, входящих в каркас шпангоута. Сборка каркаса в приспособлении начинается с закладки полос шпангоута (внутренней и наружной), а затем бобышек и распорок. После проверки плотности прилегания деталей друг к другу каркас склеивается с двухсторонним нанесением клея с удельным давлением 1—2 кг/см².

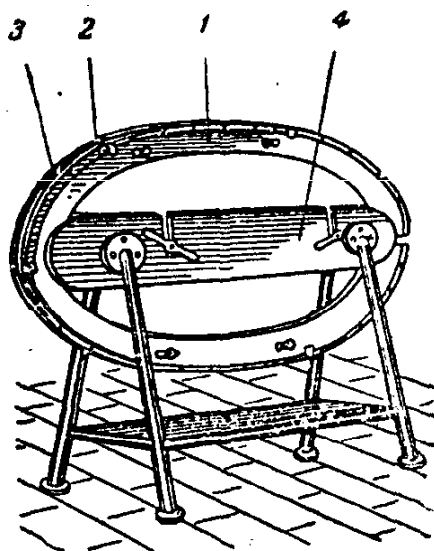
Ввиду значительных габаритных размеров шпангоутов первая сторона собранных каркасов строгается под фанеровку в тех же приспособлениях, в которых шпангоут собирается. Строжка производится вручную под линейку или в рейсмусовочном станке при ширине шпангоута, не превышающей ширины строгания станка.

Для станочной строжки каркаса более удобны приспособления, смонтированные на щите (см. фиг. 300), нижняя и верхняя плоскости которого строго параллельны. На застроганную поверхность прикле-



Фиг. 301. Приспособление для одновременной сборки двух кольцевых шпангоутов.

вают фанерную обшивку с двухсторонним нанесением клея. Установив обшивку на каркас и закрепив ее несколькими гвоздями, приспособление закладывают в пресс (см. фиг. 253), где одновременно запрессовывают четыре-пять шпангоутов.



Фиг. 302. Приспособление для снятия переменной малки вручную на шпангоутах.

1—приспособление; 2—вырезы для резки гнезд в шпангоуте; 3—шпангоут; 4—подставка для крепления приспособления.

После приклейки обшивки с одной стороны внутреннюю часть шпангоута лакируют. Способ лакировки зависит от типа клея, которым склеен шпангоут. При склеивании смоляным клеем лучше лакировать смоляным лаком № 1. При применении казеинового клея следует лакировать по одному из трех описанных выше вариантов.

Одновременно или раньше лакируют фанерную обшивку второй стороны шпангоута, предварительно размеченную по трафарету.

Вторая сторона каркаса шпангоута строгается также вручную под линейку или в рейсмусовочном станке. Порядок наклейки, запрессовки и выдержки при фанеровке второй стороны шпангоута такой же, как и при фанеровке первой стороны.

Обработка наружного и внутреннего контуров шпангоута и снятие малки те же, что и для нервюр. В приспособле-

ниях для снятия переменной малки на шпангоутах (фиг. 302) дополнительно имеются вырезы для вырезки вручную ножовкой и стамеской гнезд под лонжероны и стрингеры.

Для малковки применяют режущий инструмент, показанный на фиг. 298.

На отфрезерованный шпангоут накладывают разметочный шаблон, по которому намечают вертикальную и горизонтальную оси самолета, места установки бобышек и других деталей. Если конструкцией шпангоута предусмотрена установка на окончательно отмалкованный контур фанерных поясков, то их ставят на специальном рабочем месте (фиг. 303). При этом шпангоут крепится на ложементе.

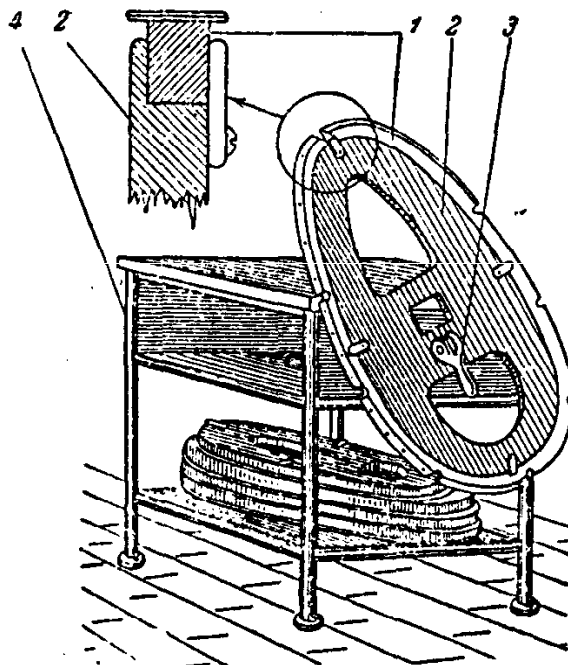
Шпангоуты сплошного сечения

Шпангоуты сплошного сечения изготавливаются из фанеры толщиной 3—5 мм подбором до требуемой толщины. Для предупреждения коробления подбирается нечетное количество листов фанеры, и она комплектуется так, чтобы волокна на рубашках соседних листов перекрещивались под углом 90°. Подбранную пачку фанерных листов сколачивают в щит и склеивают в прессе, показанном на фиг. 253. Затем наружный и внутренний контуры шпангоута фрезеруют на копировально-фрезерном станке.

Если конструкцией предусмотрена постановка шурупов, то на шпангоут накладывают шаблон с шипами, расположенными в местах установки шурупов, ударяют по шаблону несколько раз киянкой или прокатывают его вместе со шпангоутом в вальцах. Шипы шаблона оставляют на шпангоуте наколы, по которым сверлят отверстия под шурупы, руководствуясь табл. 48, 49 и 50.

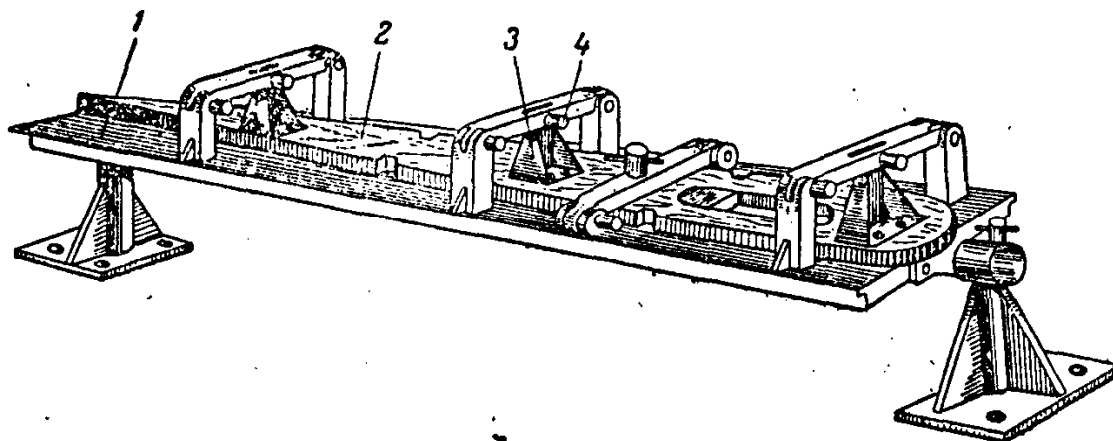
Окончательная малковка наружного контура шпангоута аналогична малковке коробчатого шпангоута.

Часть стыковых узлов можно крепить на окончательно изготовленные шпангоуты в специальных приспособлениях. На фиг. 304 показано



Фиг. 303. Рабочее место для приклейки фанерных поясков на шпангоуты.

1—шпангоут; 2—ложемент; 3—эксцентриковый зажим; 4—стол.



Фиг. 304. Приспособление для установки кронштейнов на шпангоут.

1—приспособление; 2—шпангоут; 3—кронштейн; 4—фиксирующие шпильки.

приспособление для установки кронштейнов на последний килевой шпангоут для навески руля поворота. Кронштейны в приспособлении фиксируют по стыковым отверстиям шпильками и крепят в шпангоуте болтами.

Аналогично устанавливают и другие стыковые узлы.

Приемка готовых узловых деталей и предъявляемые к ним требования

Детали окончательно принимаются после прохождения полного цикла технологического процесса с соблюдением всех выдержек. При контроле готовых деталей надлежит проверять: а) качество материала, б) качество обработки поверхностей, в) качество склейки, г) правильность конфигурации детали, д) точность размеров, е) вес.

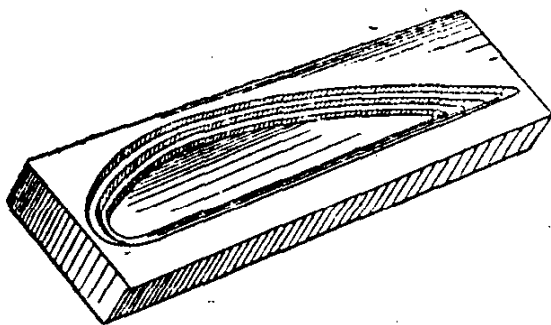
Узловые детали, на которые предварительно устанавливают металлические детали и узлы, дополнительно контролируют после их установки. Такие детали собираются из элементарных деталей, уже прошедших контроль, поэтому узловые детали редко отбраковываются из-за некачественного материала.

Контроль качества материала и обработки поверхностей в узловых деталях тот же, что и для элементарных деталей. При контроле качества материала проверяется направление волокон древесины и фанеры.

Качество склейки проверяют наружным осмотром и щупом. Некоторые дефекты склейки могут быть исправлены. Детали с такими дефектами отправляют на исправление. Детали с дефектами склейки, не предусмотренными в технических условиях, бракуют.

Конфигурацию узловых деталей, придающих форму агрегату, проверяют особо тщательно. При контроле конфигурации проверяют прогиб, закрутку и наружные обводы. Прогиб и закрутку деталей контролируют при помощи плиты и контрольной линейки. Деталь с прогибом, превышающим нормальный, может быть исправлена только в том случае, если ее прогиб не превышает пределов, предусмотренных и оговоренных в технических условиях.

Узловые детали, на которые устанавливают стыковые узлы, не должны иметь преувеличенных прогиба или закрутки, так как агрегат, собранный из таких деталей, невозможно разделять в агрегатном станке.



Фиг. 305. Вкладной шаблон для проверки наружного контура нервюр.

Наружные обводы деталей проверяют специальными вкладными шаблонами, снятыми с плазовой разбивки. Проверяемую деталь вкладывают в шаблон и по совпадению ее контура с шаблоном определяют ее пригодность к дальнейшему производству. На фиг. 305 показан весьма удобный вкладной шаблон для проверки наружного контура

нервюр крыла. Он совмещает в себе несколько шаблонов для проверки различных номеров нервюр.

Проверять контур деталей нормальным измерительным инструментом не разрешается, так как такая проверка не обеспечивает нужной точности.

Размеры отверстий проверяют контрольными скобами и шаблонами типа предельных калибров и нормальным измерительным инструментом.

Для контроля сечений лонжеронов применяют такие же контрольные скобы, как и для проверки сечений элементарных деталей.

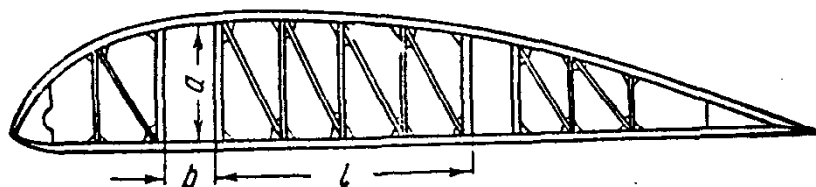
Из узловых деталей подвергаются весовому контролю только лонжероны центроплана и консолей в количестве 10% от изготовленной серии или партии лонжеронов.

Допуски на основные размеры узловых деталей

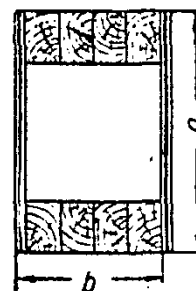
Толщина нервюр и шпангоутов, обшитых фанерой:		
обшивка толщиной до 2,5 мм	односторонняя	$\pm 0,5$
до 2,5 мм	двухсторонняя	$\pm 0,7$
3,0 мм	односторонняя	$\pm 0,6$
3,0 мм	двухсторонняя	$\pm 0,9$
Контур шпангоута против плазовой разбивки		$\pm 1,0$
Контур нервюр против плазовой разбивки		$\pm 0,5$
Длина нервюры		$\pm 1,0$
Прогиб нервюры в плоскости фанерной обшивки		$\pm 1,0$

Допуски на размеры отверстий под лонжероны и расстояние между ними в нервюрах

(фиг. 306)	a	$\begin{matrix} +0,3 \\ +0,1 \end{matrix}$
	b	$\begin{matrix} +1,5 \\ +1,2 \end{matrix}$
В основной коробчатой нервюре	l	$\pm 0,3$
В промежуточной нервюре	l	$\pm 0,5$
Допуск на длину средней части разъемной нервюры	l	$\pm 0,3$



Фиг. 306.



Фиг. 307.

Допуск на смещение осей нервюр и рам (против чертежа)

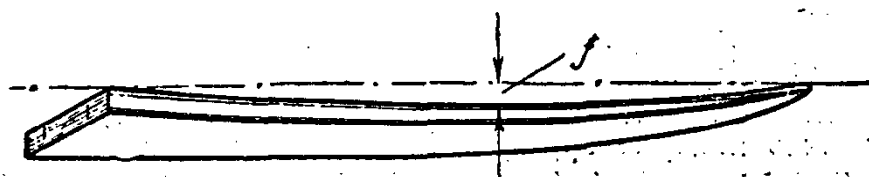
нервюры и шпангоуты с узлами	$\pm 0,5$
нервюры и шпангоуты без узлов	$\pm 1,0$

Допуски на размеры по сечениям коробчатого и ферменного лонжеронов (фиг. 307)

фанерная обшивка толщиной до 2,5 мм двухсторонняя	$a \pm 0,5, b \pm 0,7$
фанерная обшивка толщиной до 6,0 мм двухсторонняя	$a \pm 0,5, b \pm 1,1$

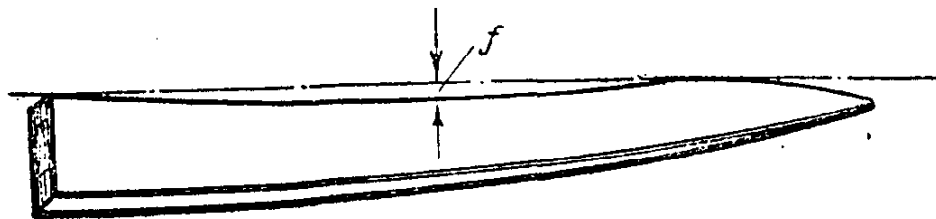
Кривизна лонжерона консоли:

в плоскости фанерной обшивки (фиг. 308) на пролете длиной 1 м $f \leq 0,5$ мм



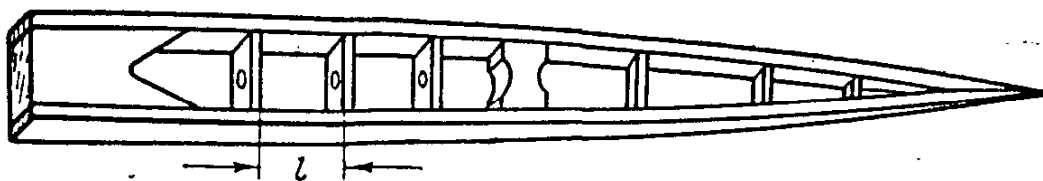
Фиг. 308.

в плоскости полки (фиг. 309) на пролете длиной 1 м $f \leq 0,2 \text{ мм}$
 Допуск на длину лонжерона на пролете длиной 1 м $l \pm 0,5$



Фиг. 309.

Допуск на расстояние l между диафрагмами
 и бобышками в коробчатых лонжеронах
 (фиг. 310) $l \pm 1,0$



Фиг. 310.

Смещение осей диафрагмы и бобышек в каркасе лонжерона
 против указанного на чертеже размера не более $0,5 \text{ мм}$

ГЛАВА VIII

СБОРКА АГРЕГАТОВ САМОЛЕТА

КЛАССИФИКАЦИЯ И КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СБОРКИ АГРЕГАТОВ

Все оборудование для сборки агрегатов самолета можно разбить на пять групп:

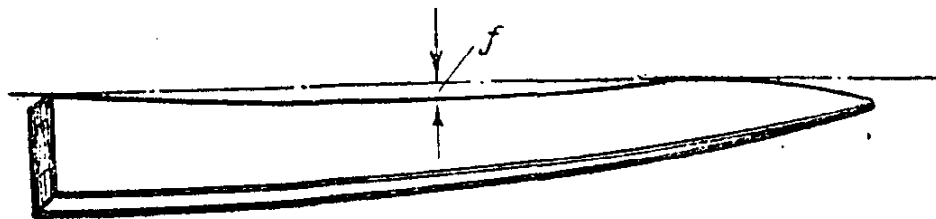
- стапели для сборки каркасов агрегатов или их частей;
- малковочные приспособления и станки;
- прессы для установки обшивки на каркасы агрегатов;
- отделочные тележки;
- агрегатные разделочные станки.

Стапелями называются стационарные или передвижные приспособления для сборки каркасов агрегатов или их частей. Стационарный стапель может отличаться от передвижного, предназначенного для сборки одной и той же части или всего агрегата, только отсутствием приспособления для передвижения. Передвижные стапели перемещаются по рельсовому пути.

Применение стапелей для сборки частей (отсеков) каркаса и стапелей для общей сборки каркаса агрегата вызвано преимуществами расчлененной сборки.

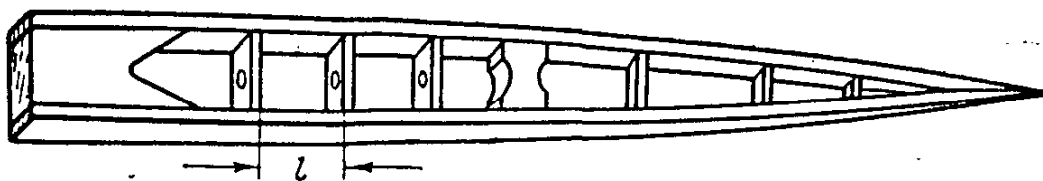
Каркасы агрегатов, собранные из деталей с припуском на малковку, обычно малкуют вручную. Стационарная малковка каркасов пока не получила применения, но имеющийся опыт по механической малковке показывает возможность ее введения.

в плоскости полки (фиг. 309) на пролете длиной 1 м $f \leq 0,2 \text{ мм}$
 Допуск на длину лонжерона на пролете длиной 1 м $l \pm 0,5$



Фиг. 309.

Допуск на расстояние l между диафрагмами
 и бобышками в коробчатых лонжеронах
 (фиг. 310) $l \pm 1,0$



Фиг. 310.

Смещение осей диафрагмы и бобышек в каркасе лонжерона
 против указанного на чертеже размера не более $0,5 \text{ мм}$

ГЛАВА VIII

СБОРКА АГРЕГАТОВ САМОЛЕТА

КЛАССИФИКАЦИЯ И КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СБОРКИ АГРЕГАТОВ

Все оборудование для сборки агрегатов самолета можно разбить на пять групп:

- стапели для сборки каркасов агрегатов или их частей;
- малковочные приспособления и станки;
- прессы для установки обшивки на каркасы агрегатов;
- отделочные тележки;
- агрегатные разделочные станки.

Стапелями называются стационарные или передвижные приспособления для сборки каркасов агрегатов или их частей. Стационарный стапель может отличаться от передвижного, предназначенного для сборки одной и той же части или всего агрегата, только отсутствием приспособления для передвижения. Передвижные стапели перемещаются по рельсовому пути.

Применение стапелей для сборки частей (отсеков) каркаса и стапелей для общей сборки каркаса агрегата вызвано преимуществами расчлененной сборки.

Каркасы агрегатов, собранные из деталей с припуском на малковку, обычно малкуют вручную. Стационарная малковка каркасов пока не получила применения, но имеющийся опыт по механической малковке показывает возможность ее введения.

Для установки фанерных и выклеенных из шпона обшивок на каркас агрегата применяются стационарные и передвижные прессы с эксцентриковой, винтовой, пневматической и гидравлической запрессовкой. Самое высокое качество приклейки обшивок дают стационарные прессы с пневматической запрессовкой. Особенно оправдали себя в производстве стационарные прессы с жесткими сулагами и фиксацией запрессованного агрегата по всем стыковым узлам, что предотвращает возможность перекоса его.

Для отделки агрегата (зачистка установленной обшивки, приклейка бобышек) и выполнения требуемых по технологии монтажных работ при поточном производстве служат отделочные тележки, перемещающиеся по полу цеха или по рельсовому пути вручную или механизированным приводом.

Стыковые узлы у изготовленных агрегатов разделяются в агрегатных разделочных станках, применение которых позволяет обойтись без ивевелировочных работ и без ручной подгонки стыковых узлов при стыковке агрегатов. Разделка в номинальный размер стыковых узлов агрегатов самолета в точно согласованных между собой агрегатных разделочных станках полностью обеспечивает взаимозаменяемость агрегатов.

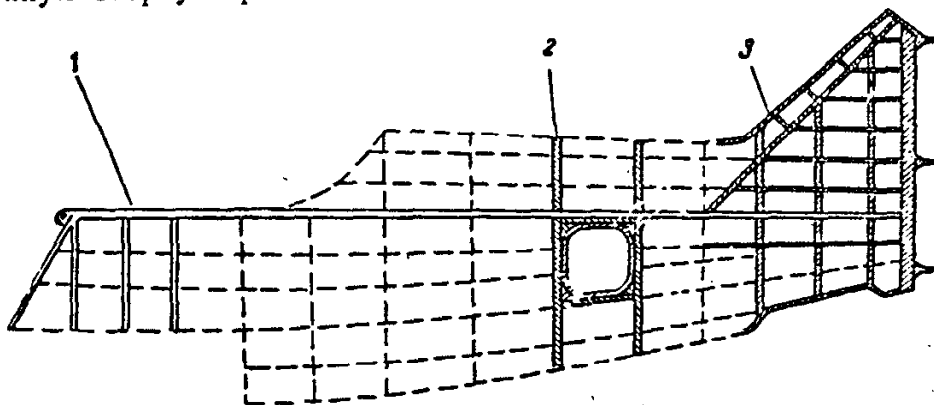
Все пять групп оборудования производства агрегатов самолета в технологической последовательности показаны в схеме (приложение 3).

1. СБОРКА ФЮЗЕЛЯЖЕЙ

Сборка фюзеляжей типа монокок и полумонокок

Сборка каркаса фюзеляжа

В фюзеляжах типа монокок и полумонокок крепление стыковых узлов и отдельных деталей на шпангоутах позволяет применять расчлененную сборку каркасов. В отдельных стапелях собираются следующие



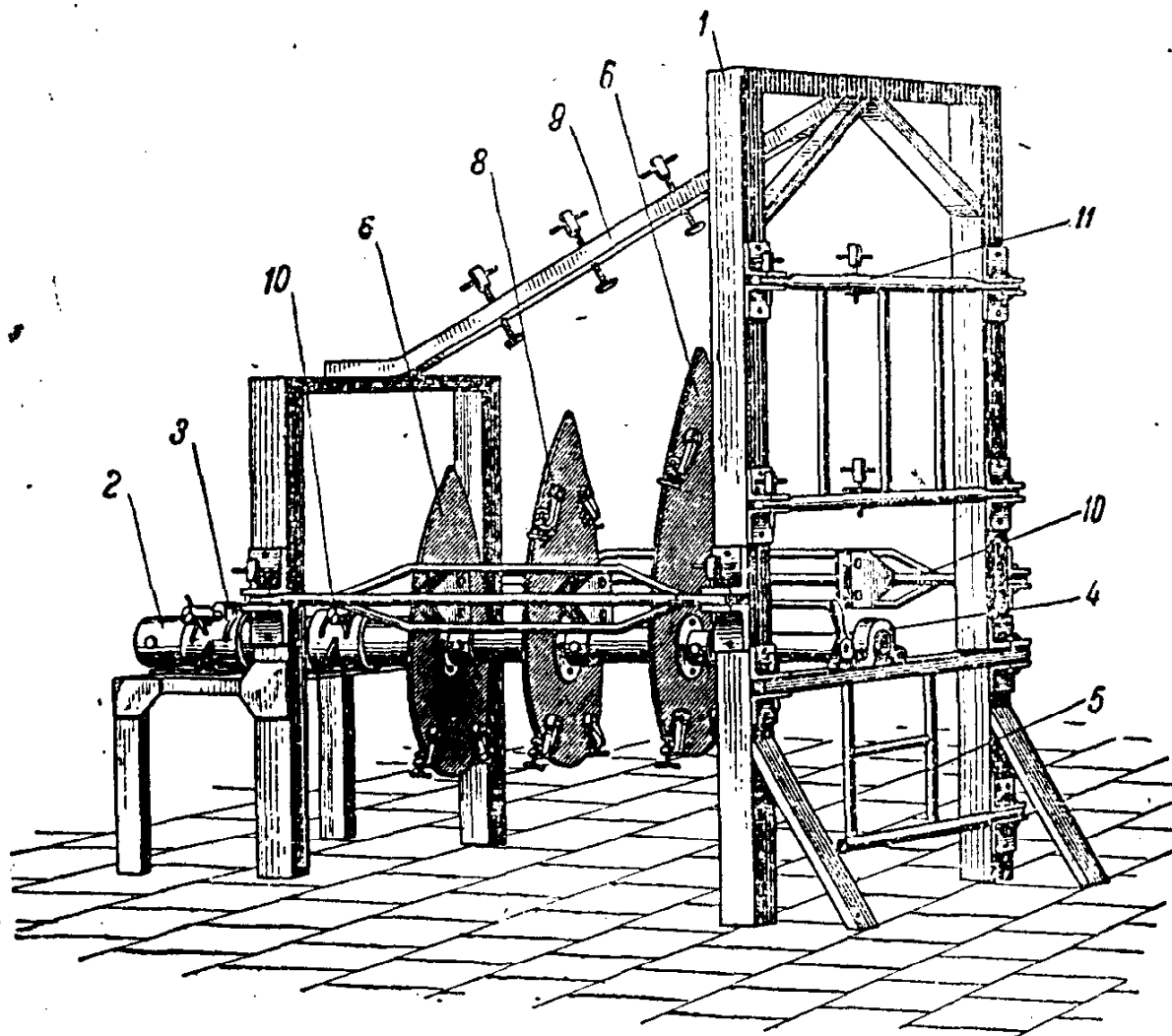
Фиг. 311. Расчленение фюзеляжа типа полумонокок на отсеки.

1—головной отсек; 2—средний отсек со смотровым люком; 3—килевой отсек.

щие отсеки каркаса фюзеляжа: килевой со шпангоутами стыковых узлов фюзеляжа со стабилизатором и рулем поворота; головной (первые два-шесть шпангоутов) со стыковыми узлами фюзеляжа и с моторной рамой; средний — два шпангоута со смотровым люком. В некоторых конструкциях фюзеляжей типа полумонокок к перечисленным отсекам добавляется предварительная сборка верхней панели и килевого верхнего лонжерона. На фиг. 311 показано расчленение фюзеляжа типа полумонокок на отсеки.

Сборка килевого отсека

Для сборки килевого отсека применяется стационарный или передвижной стапель. На фиг. 312 показан стационарный стапель. Основой его служит сварная рама 1. В передней части рамы на болтах установлены две стяжные муфты 3, в которых проложена труба 2 переменной сечения, уменьшающегося к задней части стапеля. Противоположный конец трубы во время сборки киля крепится в расъемном



Фиг. 312. Стационарный стапель для сборки килевого отсека каркаса фюзеляжа.

подшипнике 4, установленном на откидной опоре 5. На трубу надеты ложементы шпангоутов 6, жестко скрепленные с муфтами. Муфты имеют отверстия, равные диаметру трубы и фиксируются конусными шпильками в требуемом положении. На каждом ложементе в местах крепления стрингеров и лонжеронов в шпангоут установлены струбцины 8. Такая установка струбцин очень удобна, так как запрессовка ими производится быстрее, чем съемными струбцинами. В верхней наклонной распорке 9 рамы стапеля установлены винтовые прижимы для крепления верхнего килевого лонжерона или стрингера. Для фиксации шпангоутов со стыковыми узлами установлены на шпильках специальные фиксаторы 10. Последний шпангоут по кронштейнам навески руля поворота дополнительно крепится откидным фиксатором 11.

Перед сборкой каркаса киля открывается опора трубы и фиксатор последнего шпангоута, снимаются все, кроме последнего, ложементы

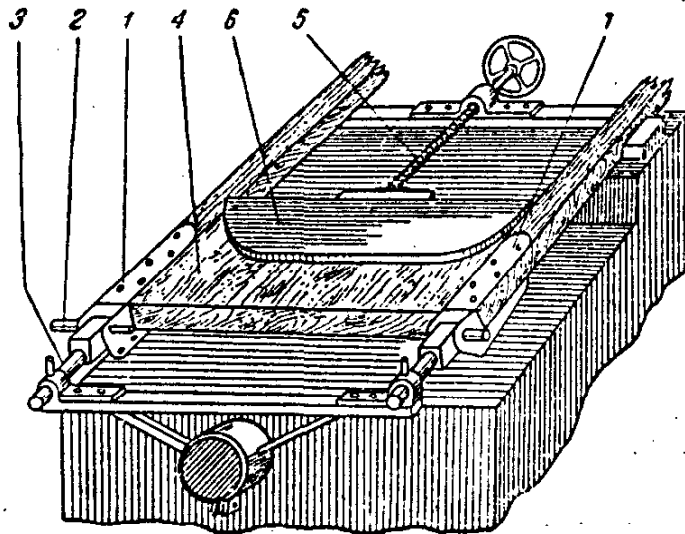
шпангоутов; снимаются фиксаторы стыковых узлов шпангоутов и вынимаются в крайнее верхнее положение винтовые прижимы лонжерона киля. Затем проверяют установку трубы в стяжных муфтах и приступают к сборке каркаса киля. В стапель устанавливают передний шпангоут киля и фиксируют на ложементе, который должен быть соединен конусной шпилькой с трубой. Затем надевают на трубу второй ложемент шпангоута и фиксируют его шпилькой, после чего на ложемент устанавливают и фиксируют шпангоут. Таким способом последовательно устанавливают все шпангоуты. Зафиксировав все шпангоуты на ложементах, закрывают опору заднего конца трубы и откидной фиксатор последнего шпангоута. Затем устанавливают фиксаторы стыковых узлов шпангоутов со стабилизатором. После установки и окончательной фиксации всех шпангоутов устанавливают в предварительно выбранные гнезда в шпангоутах стрингеры с небольшим напряжением для увеличения прочности соединения. Особенно это необходимо соблюдать в тех местах, где стрингер в гнезде склеивается с торцевой частью деталей каркаса шпангоута. На стрингер и гнездо шпангоута в месте склейки наносится клей, и стрингер в гнезде запрессовывается струбциной. Закрепив струбцинами все стрингеры, устанавливают верхний лонжерон киля и запрессовывают его к шпангоутам винтами. У многих конструкций килевой части фюзеляжа верхний лонжерон к шпангоутам крепится дополнительно угольниками, которые устанавливаются на клею с гвоздевой запрессовкой.

После выдержки в запрессованном состоянии собранный каркас киля вынимают из стапеля. Для этого сначала снимают струбцины с крепления стрингеров к шпангоутам, распрессовывают верхний лонжерон и снимают все фиксаторы по стыковым узлам. После этого освобождают крепление трубы в подшипнике и, раскрыв откидные опоры подшипника и фиксатора кронштейнов руля поворота, вынимают готовый каркас киля из стапеля. Все последующие работы по сборке киля (установку распорок, жесткости люка костыля, проводку металлизации и установку других мелких деталей) проводят вне стапеля. Такой порядок сборки киля облегчает установку некоторых деталей и освобождает стапель для закладки следующего каркаса.

Сборка головного отсека

Головной отсек фюзеляжа типа полумонок, где лонжероны используются в качестве основы отсека, собирается отдельно в трех стапелях. В первом собирается верхняя панель, причем сборка ее аналогична сборке шпангоутов.

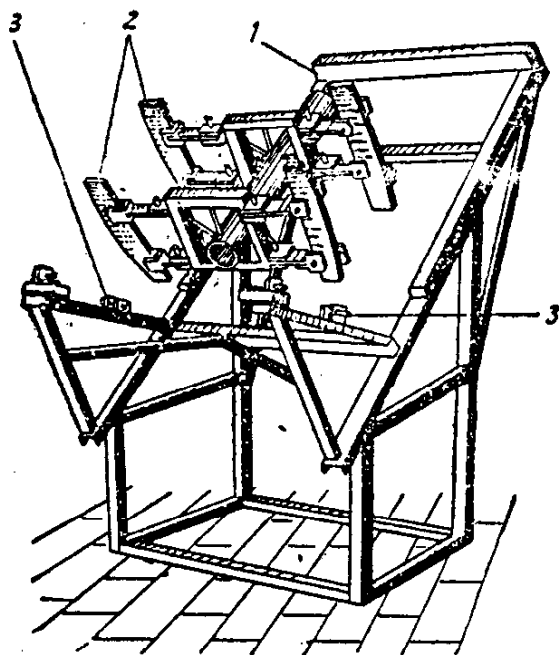
Собранная панель закладывается в стапель для установки стыковых узлов фюзеляжа с моторной рамой (фиг. 313). Сначала в стапель закладывают стыковые узлы 1 и крепят их шпильками 2 фиксаторов 3. Затем устанавливают панель 4 и винтом 5 через упор 6 доводят стыковые узлы до их мест. После этого дрелью сверлят крепеж-



Фиг. 313. Стапель для установки стыковых узлов на верхнюю панель каркаса фюзеляжа.

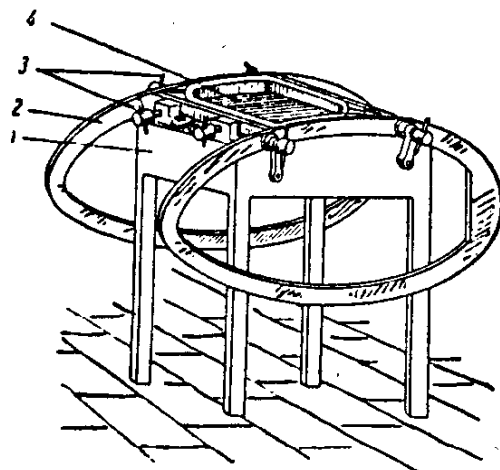
ные отверстия узлов и окончательно закрепляют узлы болтами. На собранную верхнюю панель в зависимости от конструкции каркаса фюзеляжа могут быть установлены два-шесть первых шпангоутов. Для этого панель устанавливают в стапель (фиг. 314) и фиксируют

по стыковым узлам. Шпангоуты, устанавливаемые на панель, фиксируют в стапеле на ложемент-тах 2 и крепят к панели бобыш-ками или металлическими уголь-никами.



Фиг. 314. Стапель для сборки верхней панели со шпангоутами.

1—рама стапеля; 2—ложементы шпангоутов; 3—фиксаторы стыковых узлов.



Фиг. 315. Стапель для сборки среднего отсека со смотровым люком.

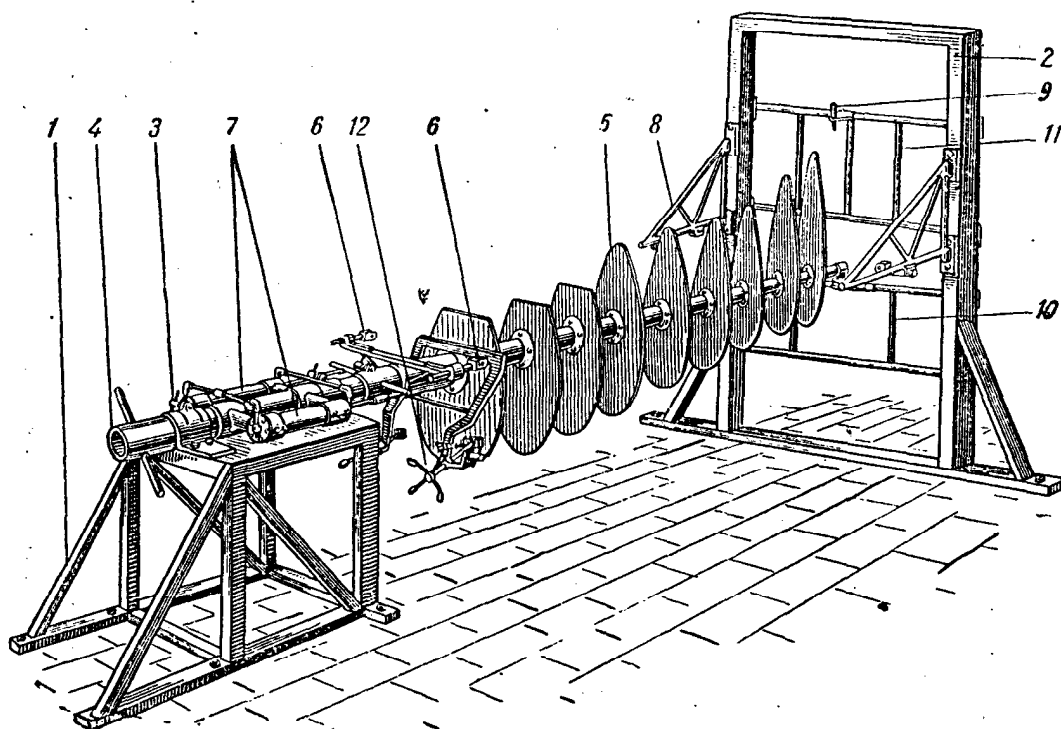
1—стапель; 2—шпангоут; 3—винтовые зажимы; 4—смотровой люк.

Средний отсек со смотровым люком удобно собирать в стапеле, показанном на фиг. 315. Сначала в стапель устанавливают шпангоуты и фиксируют их винтовыми зажимами. Затем к шпангоутам прикрепляют смотровой люк бобышками и распорками.

Стапель общей сборки каркаса фюзеляжа

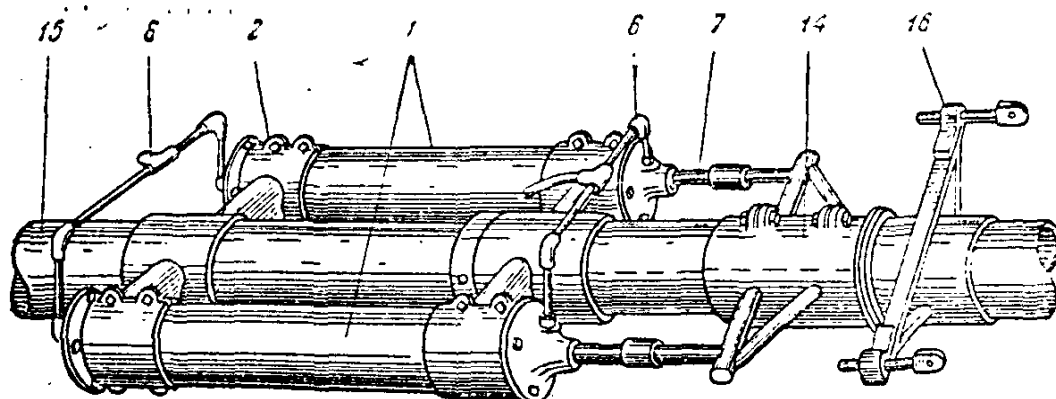
Стапель для общей сборки каркаса (фиг. 316) смонтирован на двух отдельных рамах — передней 1 и задней 2, установленных на фундаментные болты. На передней раме в стяжных муфтах 3 укреплена металлическая труба 4, на которой установлены ложементы 5 и фиксаторы головного отсека 6 по стыковым узлам. Крепление, установка и фиксация ложементов шпангоутов на трубе в точности соответствуют конструкции аналогичных деталей килевого стапеля. На задней раме стапеля установлены фиксаторы 8 и 9 по всем стыковым узлам кия, по которым он был зафиксирован в килевом стапеле. Для снятия готового фюзеляжа со стапеля в головной его части установлен пневматический съемник 7.

Съемник (фиг. 317 и 318) состоит из двух одинаковых цилиндров 1, соединенных между собой хомутами 2, которые одновременно крепят съемник на трубе стапеля. Каждый цилиндр поршнем 3 разделен на две камеры 4 и 5, в которые по трубкам 6 подведен сжатый воздух. Камера 4 является рабочей и включается при снятии готового каркаса со стапеля. Камера 5 служит для обратного хода и ставит поршень со штоком 7 в исходное положение для снятия собранного в стапеле каркаса. Герметичность цилиндра достигается прокладками 8, на которые установлены крышки цилиндра 9, и войлочным сальником 10 у штока. На рабочей части цилиндра вырезаны две канавки, в которые вложены кожаные кольца 11, плотно при-



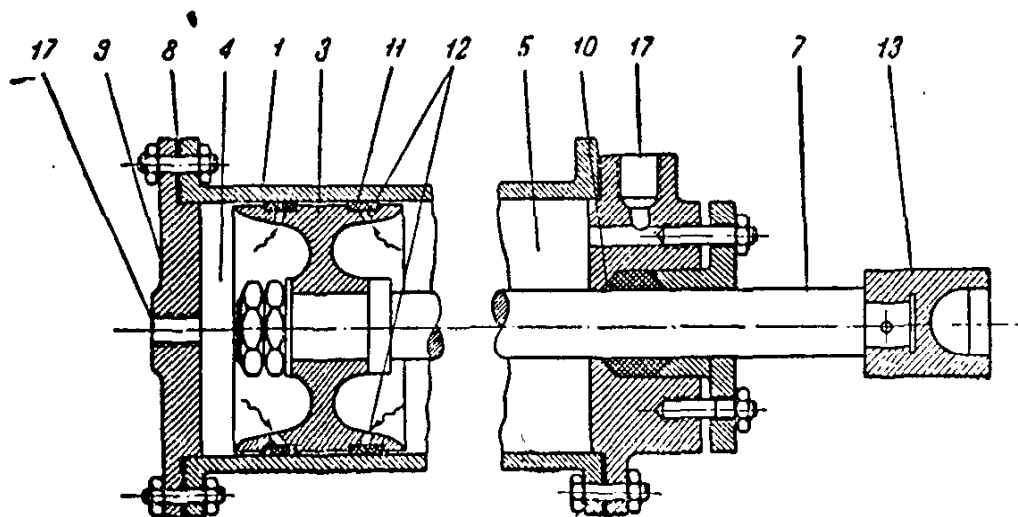
Фиг. 316. Станель общей сборки каркаса фюзеляжа.

1—передняя рама; 2—задняя рама; 3—стяжная муфта; 4—металлическая труба; 5—ложементы шпангоутов; 6—фиксаторы пологового отсека; 7—пневматический съемник; 8 и 9—фиксаторы стыковых узлов киля; 10—откидная опора трубы; 11—откидная опора фиксаторов стыковых узлов руля; 12—фиксатор.



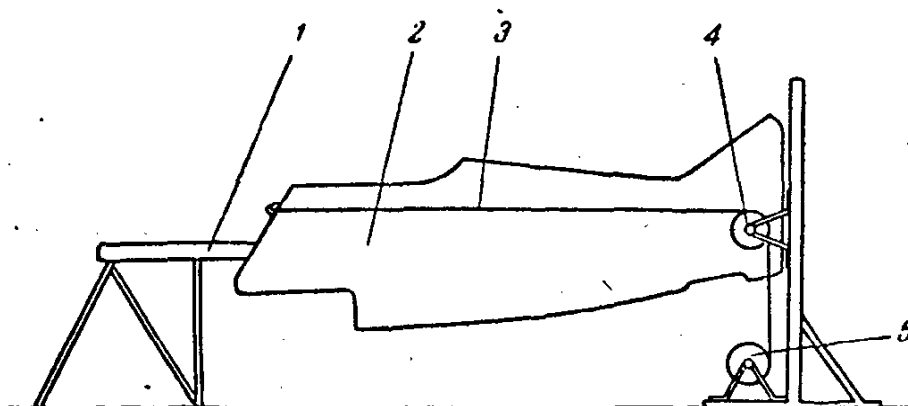
Фиг. 317. Общий вид пневматического съемника для снятия каркаса фюзеляжа со стапеля.

1—цилиндры; 2—хомуты для соединения цилиндров; 6—трубки, подводящие сжатый воздух в цилиндры; 7—шток поршня; 14—упор; 15—труба стапеля; 16—фиксаторы головного отсека.



Фиг. 318. Разрез цилиндра пневматического съемника.

1—цилиндр; 3—поршень; 4—рабочая камера; 5—камера обратного хода; 7—шток поршня; 8—прокладки; 9—крышка цилиндра; 10—сальник; 11—кожаные кольца; 12—отверстия; 13—станка; 17—отверстия для подвода сжатого воздуха в цилиндр.



Фиг. 319. Схема тросового съемника для снятия каркаса фюзеляжа со стапеля.

1—стапель; 2—фюзеляж; 3—трос съемника; 4—блок; 5—барабан лебедки.

легающие к стенкам цилиндра под действием сжатого воздуха, подводящегося к нижней части кольца через отверстия 12. Поршень через шток 7 и стакан 13 соединен с упором 14, передающим усилие фиксатору первого шпангоута фюзеляжа.

Кроме пневматического съемника применяется тросовый, схема которого показана на фиг. 319.

Сборка каркаса фюзеляжа

Каркас фюзеляжа закладывают в стапель в следующей последовательности. На трубу стапеля устанавливают и фиксируют ложементы первых шпангоутов, имеющих незамкнутый контур (их обычно в фюзеляже три-шесть). Все ложементы шпангоутов с замкнутым контуром ставят на трубу одновременно со шпангоутом или шпангоут ставят после фиксации ложемента на трубе. Так устанавливают все шпангоуты, не собранные в отсеки. Шпангоуты, собранные в отсек со смотровым люком, ставят на предварительно зафиксированные ложементы на трубе. Правильность положения шпангоутов на ложементах определяют или по осям, нанесенным на ложементы и шпангоуты, или по сборочным отверстиям.

Горизонтальные и вертикальные оси на ложемент и шпангоут накладывают по шаблону, снятому с плазовой разбивки.

Установка шпангоута на штыри по предварительно просверленным сборочным отверстиям в шпангоуте — способ более совершенный, так как сборочные отверстия, просверленные в шпангоуте по кондуктору, обязательно совпадут с соответствующими штырями на ложементе и шпангоут займет правильное положение независимо от индивидуальных способностей и навыка рабочего.

После установки всех средних шпангоутов и фиксации их на ложементах в стапель устанавливают килевую часть на предварительно зафиксированные ложементы. Закрыв откидную опору с подшипником трубы стапеля, крепят ее в подшипнике. Ставят в рабочее положение все фиксаторы киля и соединяют его штырями по всем стыковым отверстиям, что обеспечивает в правильно выверенном стапеле требуемое положение киля и исключает необходимость проверки его положения по ложементам. Затем устанавливают в стапель головной отсек. При правильной сборке и установке этого отсека лонжероны фюзеляжа должны точно совпадать со всеми гнездами в шпангоутах.

Фиксация по всем стыковым отверстиям фюзеляжа должна производиться с небольшим усилием от руки, что обеспечит разделку стыковых отверстий в агрегатном станке и стыковку агрегата с другими агрегатами. После установки и окончательного крепления в гнездах шпангоутов верхних лонжеронов в каркасе типа полумонок ставят нижние лонжероны, передние концы которых винтовыми зажимами крепят в фиксаторах 12 (см. фиг. 316). Затем лонжерон по всей длине ставят в гнезда шпангоутов. Когда верхние и нижние лонжероны поставлены на клею и запрессованы струбцинами, устанавливают все стрингеры точно так же, как у килевого отсека. Для запрессовки стрингеров в гнездах шпангоутов применяют такие же струбицины, как в килевом стапеле. Последовательность сборки каркаса в стапеле может меняться в зависимости от его конструкции.

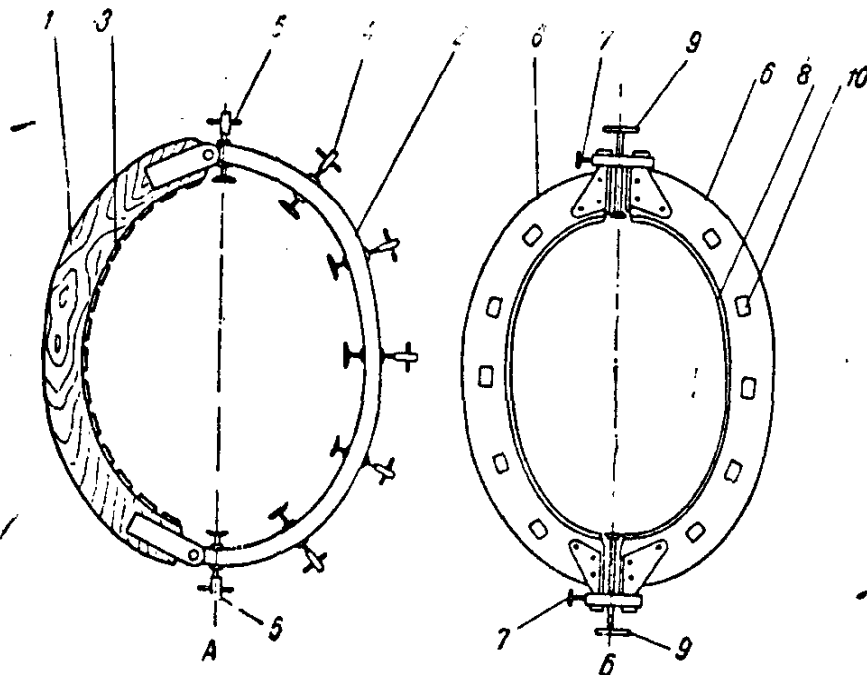
Собранный каркас по окончании технологической выдержки распрессовывают, снимают все струбицины и зачищают потеки клея в местах склейки. Одновременно проверяют правильность сопряжения лонжеронов и стрингеров со шпангоутами, особенно следя за тем, чтобы не было выступов и провалов поверхностей лонжеронов и стрингеров

в гнездах шпангоутов. Обнаруженные выступы плоскостей строгают заподлицо с фанерным поясом шпангоута, а детали с провалами заменяют новыми или ремонтируют.

Установка обшивки на каркас фюзеляжа

Обшивки на каркасы фюзеляжей запрессовывают двумя способами: хомутами в стапеле общей сборки каркаса и в специальных прессах.

Хомуты для запрессовки обшивок применяются двух конструкций: с винтовой и резиновой запрессовкой (фиг. 320).



Фиг. 320. Типы хомутов для запрессовки обшивок на каркас фюзеляжа.

А—с винтовой запрессовкой; Б—с резиновой; 1—деревянная половина хомута; 2—металлическая; 3—резиновые прокладки; 4—винты; 5—винты для запрессовки по усовому соединению; 6—деревянные половины хомута; 7—винтовые стяжки; 8—резиновая лента; 9—винты для запрессовки по усовому соединению; 10—отверстия для реек.

Хомут с винтовой запрессовкой имеет две соединенных шарнирно половинки: одну деревянную 1, другую 2, согнутую из металлической трубы. Внутренняя часть деревянной половины хомута обработана точно по внешнему контуру фюзеляжа в том месте, где устанавливается хомут. Для компенсации возможных несовпадений на хомуте установлены резиновые прокладки 3. Металлическая часть хомута делается на 50—100 мм полнее внешнего контура фюзеляжа. По длине всей трубы через 150—200 мм установлены винты 4. Крайние винты 5 расположены точно по усовому соединению половинок обшивки.

Хомуты с винтовой запрессовкой из-за большого числа винтов не обеспечивают равномерной запрессовки обшивки, часто выходят из строя и требуют много времени для запрессовки. В то же время простота таких хомутов и возможность запрессовывать ими обшивки на каркасы с отклонениями от номинальных размеров по сечению обеспечили широкое применение их в производстве.

У хомутов с резиновой запрессовкой две деревянные половинки обработаны точно по наружному контуру фюзеляжа и соединены между собой винтовыми стяжками 7 в том месте, где устанавливается при запрессовке хомут. По всему внутреннему контуру хомута прикреплена резиновая лента 8, обеспечивающая равномерное давление при запрессовке. Для создания давления на усовое соединение половинок обшив-

ки установлены винты 9. Хомуты с резиновой запрессовкой применяются реже, чем с винтовой, так как они допускают очень незначительное отклонение размеров сечений фюзеляжа, а резиновая прокладка быстро утрачивает свою эластичность, после чего совсем не обеспечивает равномерности запрессовки.

При запрессовке обшивки хомуты устанавливают в местах расположения шпангоутов, а обшивку по стрингерам приклеивают, прижимая клиновой запрессовкой по установленным рейкам между хомутами. Для этого в хомуте с резиновой запрессовкой имеются прямоугольные отверстия 10, в которые вставляются рейки.

Установка обшивки на каркас и запрессовка хомутами

Половинки обшивки фюзеляжа поступают на сборку обрезанными по кромкам, с зарезкой на-ус в местах соединения половинок между собой и размеченными с внутренней стороны по контуру.

На каркасе соединяют половинки обшивки тремя способами (фиг. 321): А — впритык, Б — на-ус, В — на-ус внахлестку.

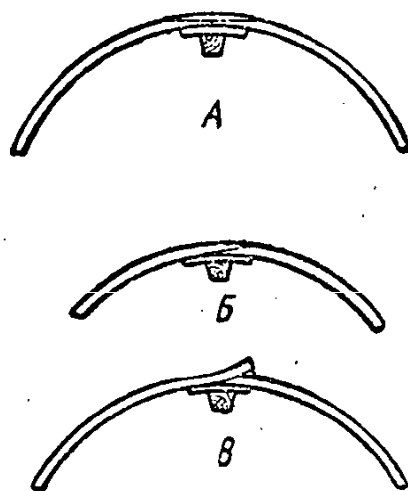
При соединении половинок обшивки впритык кромки по длине скашивают так, чтобы в месте стыка образовалась площадка. После установки половинок обшивки на каркас на площадку наклеивается связующий фанерный пояс, который впоследствии строгается и образует в месте стыка плавный обвод. При этом способе фанерный пояс стрингера делается уширенным для увеличения прочности склейки половинок.

Усовое соединение половинок обшивки применяется редко, так как требует точной подгонки их по всей длине уса.

Широко применяется в производстве соединение половинок обшивки на-ус внахлестку. При этом одну из половинок по соединяющей кромке строгают на-ус. Вторую половинку без застрожки на-ус устанавливают на каркас и кромку ее шириной 40—50 мм накладывают на застроганные кромки первой половинки. После приклейки обшивки край второй половинки строгают до получения плавного обвода.

Перед установкой клей наносят на каркас по разметке на половинки обшивки. Первую половинку на каркасе укрепляют гвоздями для предотвращения сдвига. Вторую же половинку устанавливают по отверстиям, засверленным в кромках обшивки и каркаса в местах, которые в дальнейшем будут обрезаны (концы лонжеронов и стрингеров). При соединении обшивки с каркасом места, намазанные клеем, должны совпадать. В таком положении вторую половинку также крепят гвоздями, а затем установленные половинки запрессовывают хомутами. При применении электроподогрева нагревательный элемент монтируют в прокладной сулаге, ставят на обшивку и вместе с ней запрессовывают хомутами. В этом случае рекомендуется применять хомуты с винтовой запрессовкой и половинки обшивки приклеивать не одновременно, а сначала одну и после окончательной ее приклейки вторую.

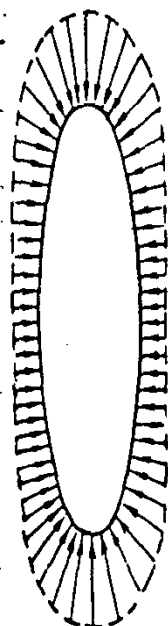
Для того чтобы обшивка равномерно запрессовывалась и плотно прилегала к каркасу, следует завинчивать винты, начиная от средних



Фиг. 321. Способы стыковки половинок обшивки на каркасе фюзеляжа.

А—соединение впритык; Б—соединение на-ус; В—соединение на-ус внахлестку.

к крайним. Килевую часть фюзеляжа запрессовывают гвоздями, так как хомуты в плоских сечениях оказывают неравномерное давление, сосредоточивая его параллельно большой диагонали сечения, как показано на эюре давлений при запрессовке хомутом или амортизационным шнуром (фиг. 322).



Фиг. 322. Эюра давления при запрессовке хомутом плоского сечения.

При гвоздевой запрессовке киля обшивку прибивают к каркасу гвоздями с фанерными шайбами в заранее проколотые отверстия. Иногда гвозди в обшивку забивают через фанерные полосы.

Прессы для установки обшивок на каркас фюзеляжа

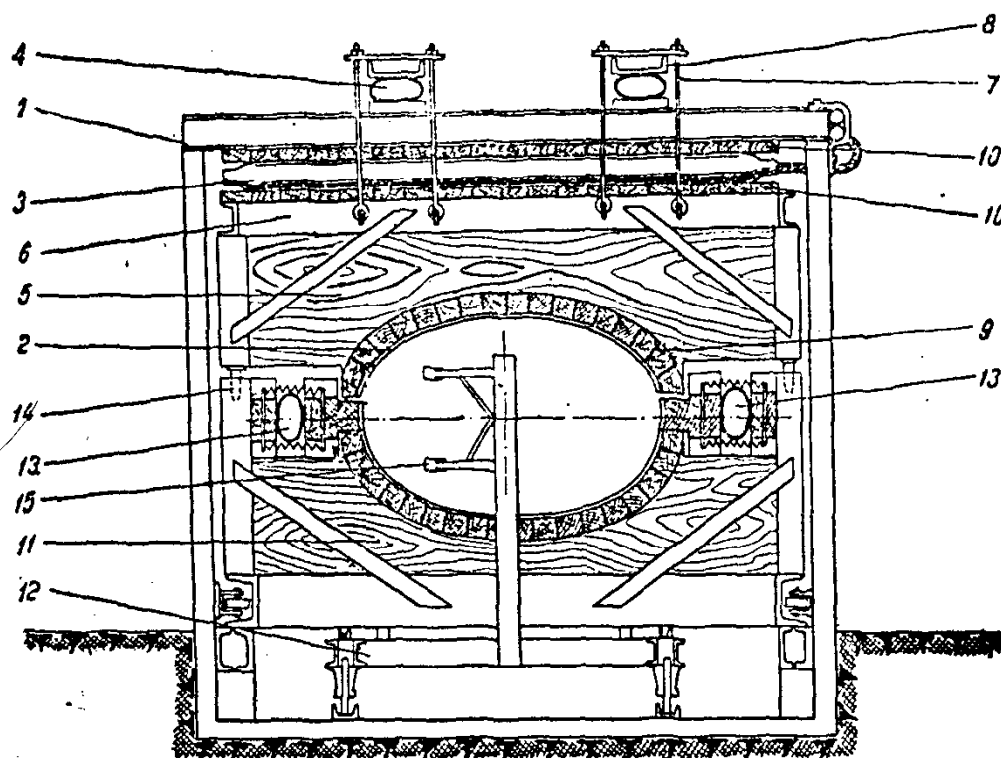
Рамный пресс с жесткими сулагами

Более совершенным способом запрессовки обшивок является запрессовка в специальных прессах. Одна из конструкций пресса для запрессовки обшивок на каркас фюзеляжа показана на фиг. 323.

Пресс состоит из сварной рамы, верхней и нижней сулаг, откатной тележки, пневматической и электрической проводок.

На раме установлены верхняя сулага, пневматическая проводка для запрессовки и шланги для обратной оттяжки верхней сулаг.

Верхняя сулага на деревянной опалубке заключена в металлический каркас и прикреплена подвесками к верхним балкам, которые поднимаются дюритовыми шлангами при обратной оттяжке сулаг.



Фиг. 323. Рамный пневматический пресс с жесткими сулагами для установки обшивок на каркас фюзеляжа.

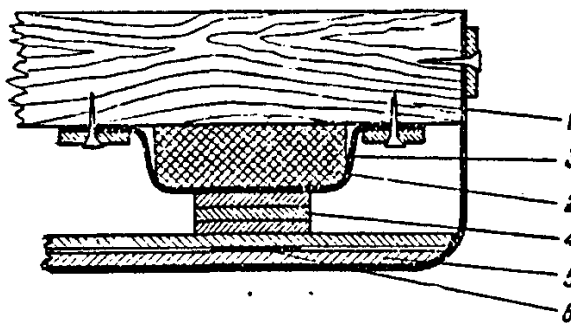
1—рама прессы; 2—верхняя сулага; 3—пневматическая проводка для запрессовки; 4—шланги для оттяжки верхней сулаг; 5—деревянная опалубка; 6—металлический каркас; 7—подвески; 8—балки; 9—деревянный настил; 10—деревянный настил для дюритовых шлангов; 11—нижняя сулага; 12—откатная тележка; 13—боковые шланги; 14—штыри; 15—фиксаторы.

На деревянной опалубке установлен сплошной деревянный настил из брусков. Вся поверхность настила застрогана по продольным и поперечным шаблонам, снятым с плазовой разбивки фюзеляжа. Для получения качественной приклейки обшивки настил следует тщательно застрогать.

На горизонтальные балки металлического каркаса верхней сулаги также укреплен деревянный настил, на который положены дюритовые шланги (рабочие) для производства давления на сулагу. В верхней части шланги опираются на такой же деревянный настил, прикрепленный к горизонтальным балкам рамы пресса¹.

Нижняя сулага пресса, имеющая аналогичную конструкцию с верхней, установлена на выкатную тележку.

Для запрессовки обшивки по усовым соединениям на нижней сулаге установлены боковые шланги, которые прижимаются дополнительной прокладной сулагой, которая оттягивается обратно пружинами.

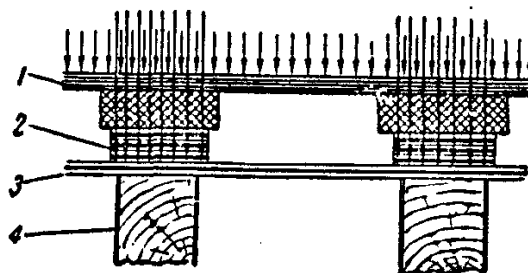


Фиг. 324. Крепление резиновых полос фанерного трафарета и прокладной сулаги к настилу сулаги.

1—настил; 2—резиновые полосы; 3—тесма; 4—фанерный трафарет; 5—прокладная сулага; 6—электронагреватель.

На плоскости настила установлены резиновые полосы, фанерный трафарет и прокладная сулага с электронагревателем (фиг. 324). Резиновые полосы на сулаге расположены соответственно каркасу фанеруемого фюзеляжа. При запрессовке в прессе без электроподогрева полосы устанавливаются из губчатой резины толщиной 10 мм. При электроподогреве губчатая резина спекается и теряет свою эластичность, поэтому в этом случае применяют плотную резину. Для повышения эластичности в ней пробивают сквозные отверстия диаметром 5—10 мм. Резиновые полосы прикрепляют к настилу тесьмой и гвоздями. На резиновые полосы устанавливают фанерный трафарет, вырезанный точно по каркасу фюзеляжа.

При непосредственном давлении полос резины на прокладную сулагу на приклеиваемой обшивке образуются провалы. Это явление объясняется тем, что резина вследствие своей эластичности передает давление с одинаковой силой на устанавливаемую обшивку как в местах, опирающихся на каркас, так и в местах, не имеющих под собой опоры (между шпангоутами и стрингерами).



Фиг. 325. Схема распределения давления при запрессовке обшивок с фанерным трафаретом.

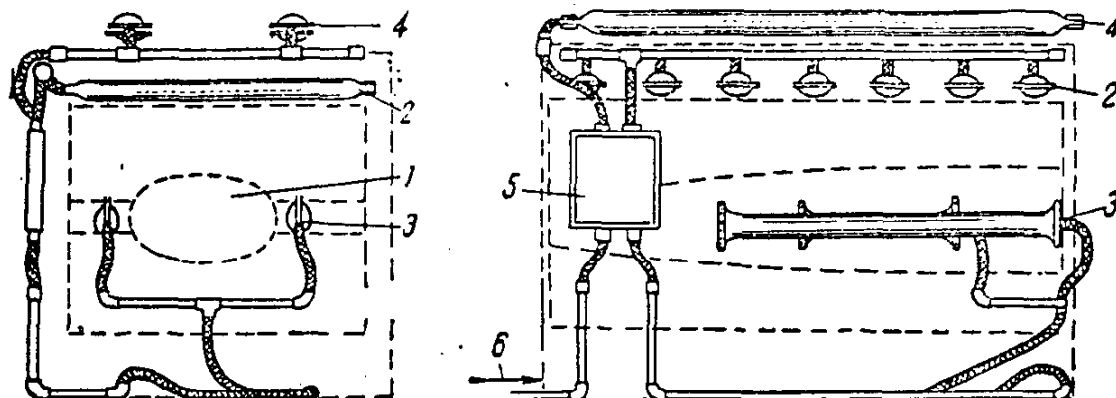
1—сулага; 2—фанерный трафарет; 3—обшивка; 4—каркас агрегата.

Если равномерное давление сулаги передается фанерным трафаретом, точно соответствующим каркасу фюзеляжа, то он, вследствие своей жесткости, концентрирует давление на деталях каркаса фюзеляжа (фиг. 325), что предотвращает образование провалов. Даже, если не совсем точно совпадает трафарет с каркасом, передаваемое давле-

¹ В таком прессе можно создавать давление вместо дюритовых шлангов пневматическими цилиндрами, по конструкции аналогичными цилиндрам пневматических тормозов железнодорожных вагонов.

ние в межкаркасном пространстве вследствие жесткости трафарета будет меньшим.

Прокладную сулагу выклеивают из переклеенной фанеры или шпона толщиной 7—10 мм в прессах для выклейки обшивок фюзеляжа.

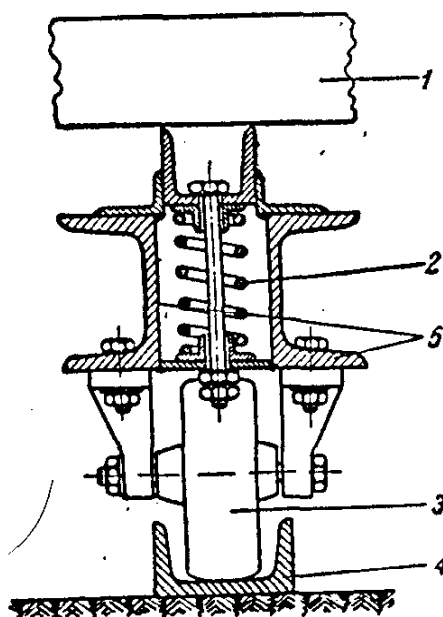


Фиг. 326. Схема пневматической проводки пресса.

1—фюзеляж; 2—дюритовые шланги для запрессовки обшивки по стрингерам и шпангоутам; 3—дюритовые шланги для запрессовки по усомному соединению обшивки; 4—дюритовые шланги для оттяжки верхней сулаг; 5—пульт управления; 6—направление подачи сжатого воздуха.

Рабочая сторона прокладной сулаг оклеена тканью и покрыта нитроклеем АК-20. Края ткани загнуты и прибиты гвоздями к настилу.

Расположение всех шлангов пресса и подводки к ним воздуха схематически показано на фиг. 326.



Фиг. 327. Конструкция опоры нижней сулаг на откатную тележку.

1—нижняя сулага; 2—пружина; 3—колеса тележки; 4—рельс; 5—рама тележки.

Нижняя сулага с выкатной тележкой свободно опирается на пружины (фиг. 327), размещенные по всей длине тележки в два ряда. Суммарное усилие пружин рассчитано так, что они удерживают нижнюю сулагу с заложенным фюзеляжем в приподнятом положении. При этом откатная тележка может свободно закатываться в пресс. Сулага металлической рамой не задевает продольных швеллеров рамы пресса, на которые она опирается при запрессовке. Такая конструкция тележки обеспечивает требуемую точность расположения нижней сулаг при запрессовке. Давление распределяется равномерно по продольным швеллерам рамы.

Положение нижней сулаг в прессе в продольном и поперечном направлениях определяется штырями (см. фиг. 323), расположенными на каркасе верхней сулаг. Штыри при запрессовке входят в отверстия на раме нижней сулаг. Тележка перемещается тросами от специально установленного электродвигателя.

Подготовка и запрессовка фюзеляжа в прессе

Каркас и обшивка фюзеляжа подаются к прессу на специальное рабочее место. Обшивки должны быть зачищены с обеих сторон от потеков клея, прошкурены шлифовальной машинкой, размечены с внутренней стороны по трафарету и застроганы на-ус.

До установки обшивки в шпангоуты каркаса ставят заполнители, подобные ложементам стапеля общей сборки. Назначение заполнителей — предотвращать поломку деталей (в первую очередь шпангоутов) при запрессовке. На подготовленный каркас и половинки обшивки вручную наносят клей. Затем обшивку устанавливают на каркас и прибивают контрольными гвоздями для предотвращения сдвига обшивки при закладке фюзеляжа в сулагу пресса. Затем лебедкой выкатывается откатная тележка, в сулагу которой вкладывают подготовленный к запрессовке фюзеляж.

Фюзеляж крепится в сулаге по головным стыковым узлам в фиксаторах (см. фиг. 323) в точно определенном положении. После этого тележка с фюзеляжем лебедкой подается в пресс. Установив тележку в рабочее положение, включают воздух в рабочие шланги верхней сулагы для прессования фюзеляжа. Когда верхняя сулага полностью запрессована, включают воздух в боковые шланги, чтобы прижать обшивку по усовым соединениям.

Рекомендуется следующий режим приклейки обшивок к каркасу фюзеляжа смоляными клеями с электроподогревом:

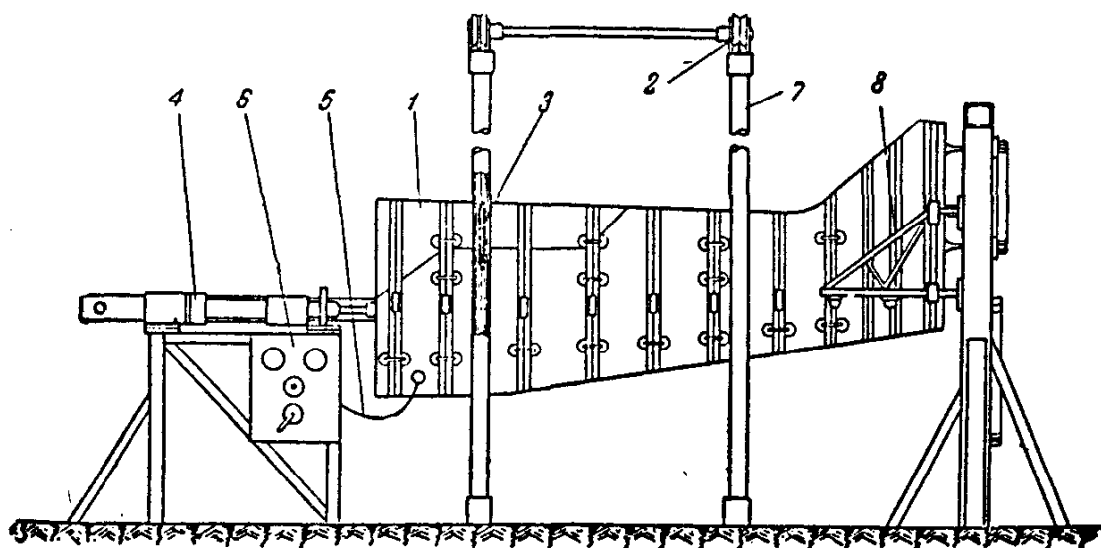
Выдержка в запрессованном состоянии до включения электроподогрева	10—15 мин.
Выдержка с включенным подогревом при температуре клея шва 50—60°	40—60 .
Охлаждение под давлением после выключения подогрева	15—20 .

Фюзеляж распрессовывают в следующей последовательности: выключают рабочие шланги и включают шланги обратного действия верхней сулагы; подняв верхнюю сулагу, выключают воздух из шлангов боковых прижимов; затем лебедкой выкатывают из пресса тележку и вынимают зафанерованный фюзеляж, предварительно сняв фиксаторы с головных узлов.

Пресс с сулагами, выклеенными из шпона

Вторая разновидность конструкции пресса для установки обшивки на каркас фюзеляжа показана на фиг. 328.

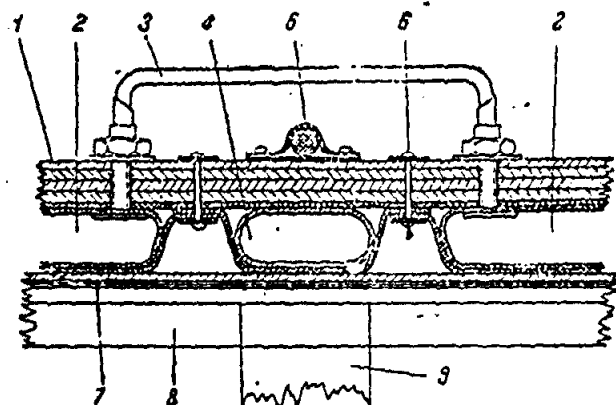
Пресс в основном имеет конструкцию стапеля общей сборки кар-



Фиг. 328. Пневматический пресс с сулагами, выклеенными из шпона, для установки обшивки на каркас фюзеляжа.

1—сулаги; 2—блоки для тросов сулаг; 3—груз; 4—пневматический съемник; 5—пневматическая проводка к сулагам; 6—пульт управления; 7—стойки; 8—фиксаторы килевой части фюзеляжа.

каса фюзеляжа. Для запрессовки обшивок на каркас установлены две сулаги, по размерам и конфигурации соответствующие устанавливаемой обшивке. Сулаги подвешены на тросах, концы которых перекинуты через блоки, помещающиеся на трубчатых стойках. Для облегчения подъема и опускания сулаг на концах тросов укреплены грузы, находящиеся внутри стоек. Сулаги по форме соответствуют наружному контуру обшивки фюзеляжа и выклеены из шпона. Общая толщина их 15—20 мм, причем она уменьшается к килевой части. На сулагах смонтирована вся пневматическая проводка для запрессовки обшивки



Фиг. 329. Конструкция воздушной проводки на сулагах пресса.

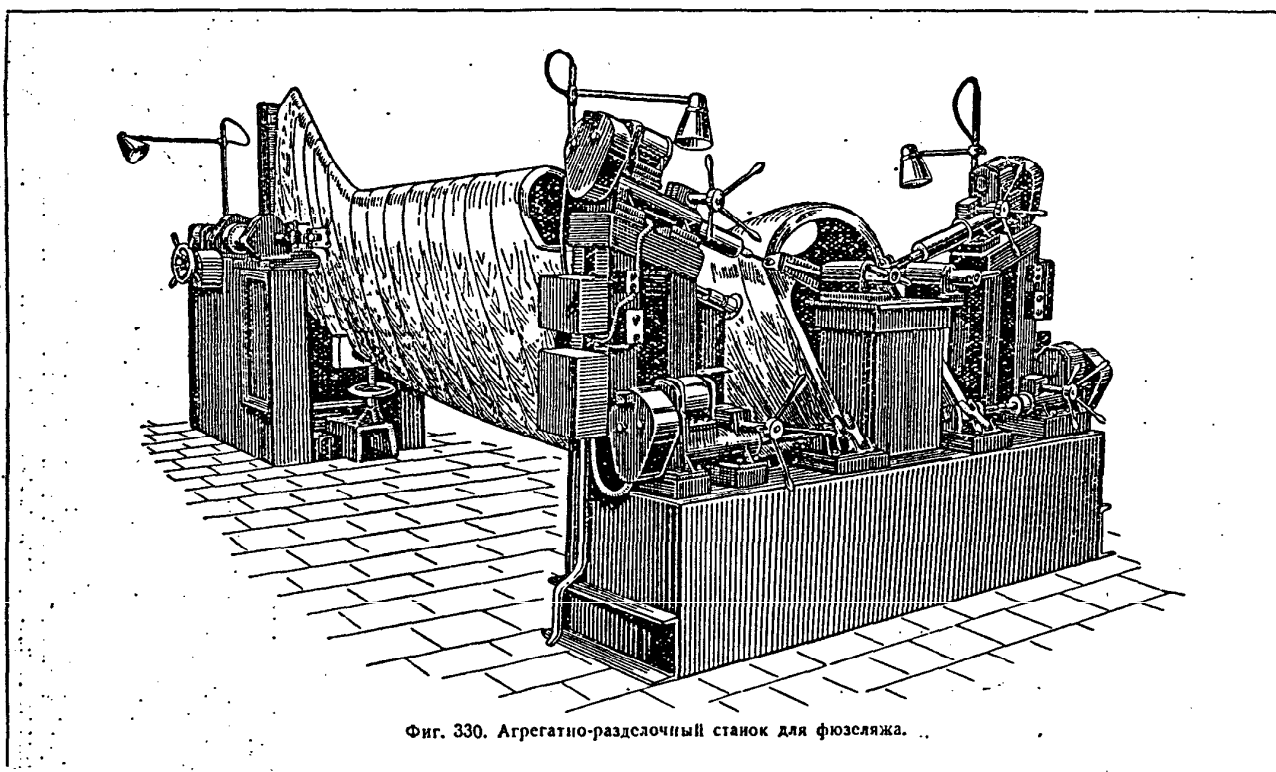
1—сулага; 2—камеры для запрессовки обшивки по стрингерам; 3—металлическая трубка; 4—камера для запрессовки обшивки по шпангоутам; 5—трос, стягивающий сулаг пресса; 6—крепление камер к сулагам; 7—обшивка; 8—стрингер; 9—шпангоут каркаса.

по шпангоутам, лонжеронам и стрингерам. Воздушная проводка на сулаге показана на фиг. 329. Для запрессовки обшивки по шпангоутам камеры укреплены по всему полуконтуре сечения фюзеляжа и соединены между собой общим шлангом, расположенным по усому соединению половинок обшивки. Для запрессовки по стрингерам установлены короткие камеры, равные по длине расстоянию между шпангоутами. Они соединены между собой металлическими трубками. Воздух во все камеры каждой сулаг подводится через общий шланг (см. фиг. 328). Обе половины сулаг при запрессовке, установленной на каркас обшивки, стягиваются тросами по каждому шпангоуту. Сулаги при запрессовке испытывают большое изгибающее усилие вследствие резко овальной формы фюзеляжа в килевой части. Они расходятся в стороны от запрессовываемой обшивки, сосредоточивая давление тросами в верхней и нижней частях киле (см. эпюру давления, фиг. 322). Для получения равномерного давления сулаги в килевой части стягиваются тросами по специальным «горбушам», которые приближают контур килевой части к головному.

Подготовка и запрессовка фюзеляжа в прессе

Каркас фюзеляжа и половинки обшивок подаются к прессу окончательно подготовленными к запрессовке. Ложементы шпангоутов каркаса ставятся в пресс на трубу или в каркас в зависимости от внутренних размеров шпангоутов. Вместе с ложементами каркас ставится в пресс. Его фиксируют по головным и килевым стыковым узлам (за исключением стабилизаторных, которые фиксируются после установки обшивки на каркас). На склеиваемую поверхность каркаса и обшивки наносят клей, затем половинки обшивок ставят на каркас и крепят в нескольких местах гвоздями.

При установке каркаса в пресс и обшивки на каркас сулаги поднимаются на тросах в крайнее верхнее положение. Для запрессовки установленной обшивки опускают сулаги и охватывают ими обшивку на каркасе. Затем сулаги стягивают тросами, соединенными специальными замками, и включают воздух в пневматическую проводку пресса.



Фиг. 330. Агрегатно-разделочный станок для фюзеляжа. ...

са для запрессовки установленного фюзеляжа. Включение воздуха в пневматическую проводку сулаг заблокировано, что обеспечивает одновременность и равномерность давления на обе половинки обшивки. Этим предотвращается возможность деформации фюзеляжа при запрессовке.

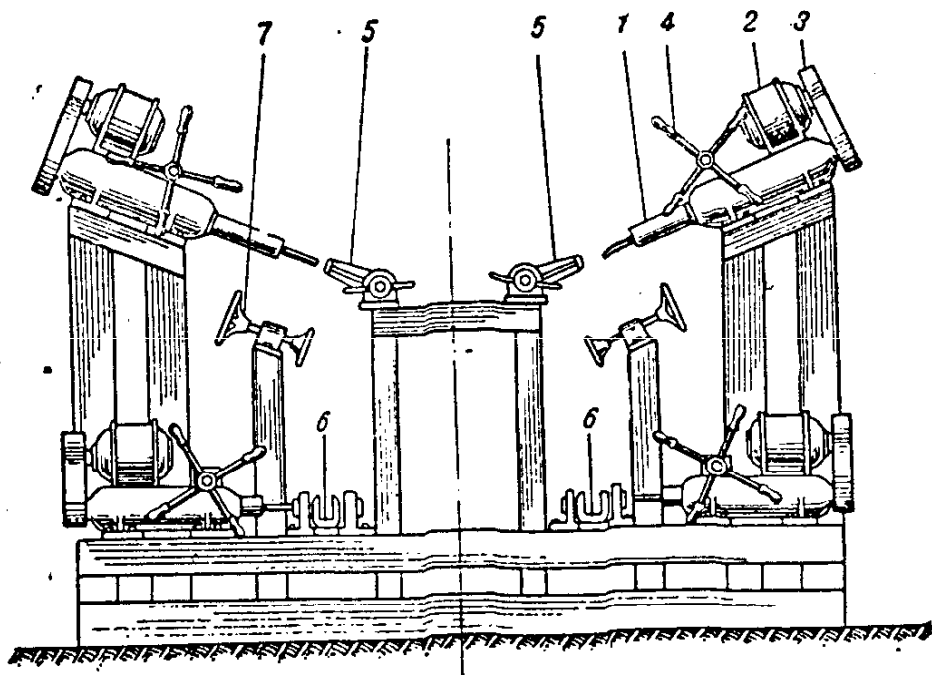
Приклеивается обшивка к каркасу фюзеляжа с электроподогревом по режиму, описанному выше.

Для того чтобы снять готовый фюзеляж, опускают все тросы, снимают откидные фиксаторы со стыковых узлов стабилизатора и поднимают на тросах обе сулаги в крайнее верхнее положение. Затем освобождают от остальных фиксаторов стыковые узлы фюзеляжа. Открыв откидную опору трубы пресса, пневматическим съемником снимают фюзеляж с ложементов трубы.

Разделка стыковых отверстий

После установки обшивки фюзеляж поступает на участок агрегатных станков для разделки стыковых отверстий.

Агрегатный станок для фюзеляжа показан на фиг. 330. Станок состоит из двух совершенно самостоятельных частей: головной части



Фиг. 331. Головная часть агрегатно-разделочного станка фюзеляжа.

1—выдвижной шпиндель; 2—электродвигатель; 3—редуктор; 4—штурвал; 5—кондукторно-фиксаторные узлы; 6—вилка; 7—винтовые зажимы с плавающими упорами.

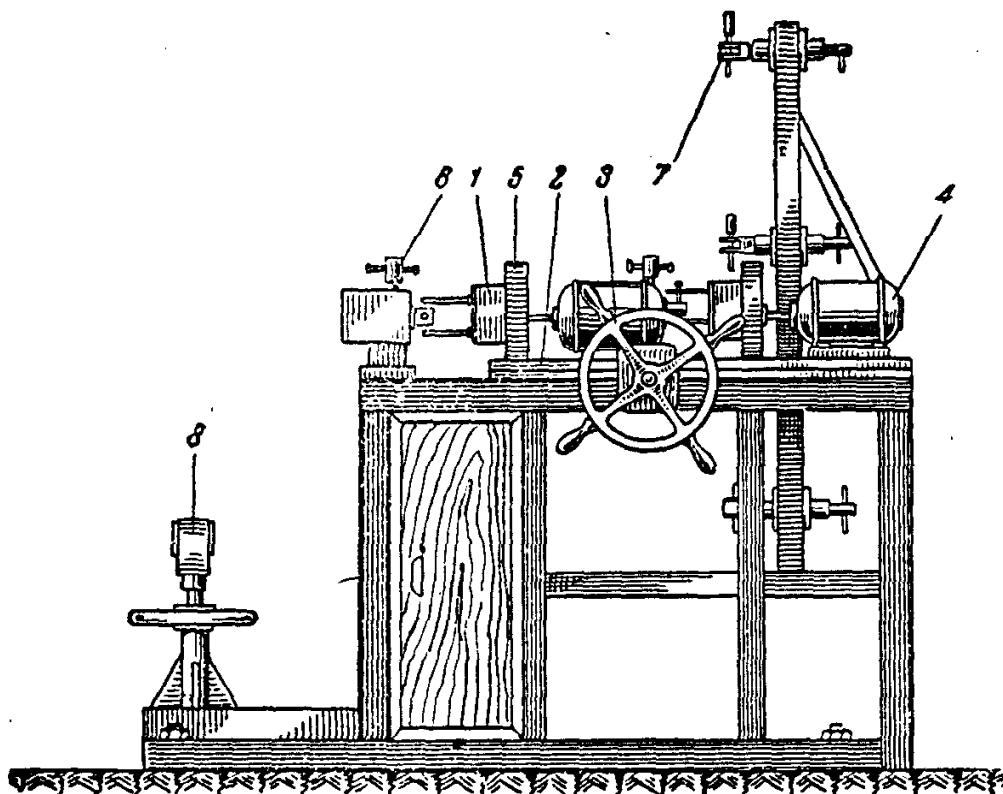
для разделки стыковых отверстий фюзеляжа с центропланом и моторной рамой и килевой части для разделки стыковых отверстий фюзеляжа со стабилизатором. Точность расположения обеих частей станка проверяется по эталону фюзеляжа, заложенному в станину. Все детали головной и килевой частей станка смонтированы на рамах, сваренных из швеллеров.

На передней части станка (фиг. 331) установлены четыре сверлильные одношпиндельные головки с выдвижными шпинделями 1 совершенно одинаковой конструкции. Электродвигатель 2 через редуктор 3 (набор зубчатых шестерен) передает вращение выдвижному шпинделю, который перемещается при помощи штурвала 4. Ввиду однородности работы шпиндели всех сверлильных головок имеют постоянное число оборотов, что значительно упрощает работу на станке. Верхние свер-

лильные головки предназначены для разделки стыковых отверстий фюзеляжа с моторной рамой, а нижние — фюзеляжа с центропланом.

Верхние стыковые узлы фюзеляжа крепятся в станке кондукторно-фиксаторными узлами 5, а нижние — вилкой 6. В передней части станка в месте, предусмотренном конструкцией фюзеляжа, установлены кондукторы для сверления сборочных отверстий.

На килевой части станка (фиг. 332) для разделки стыковых узлов фюзеляжа со стабилизатором установлены четыре двухшпиндельные



Фиг. 332. Килевая часть агрегатно-разделочного станка для фюзеляжа.

1—двухшпиндельные сверлильные головки; 2—плиты; 3—штурвал; 4—электродвигатель; 5—редуктор; 6—тиски; 7—вилки; 8—винтовая опора под килевую часть фюзеляжа.

сверлильные головки, смонтированные на плитах попарно. Плиты передвигаются в направляющих, неподвижно укрепленных на раме станка. Каждый электродвигатель соединен со шпинделем через редуктор. Стабилизаторные стыковые узлы в стойке фиксируются тисками. Стыковые узлы фюзеляжа с рулем поворота фиксируются в вилках.

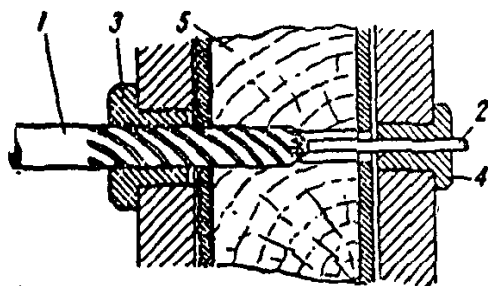
Предварительно просверленные стыковые отверстия фюзеляжа до номинального размера обрабатываются за три-четыре прохода.

Например, разделка отверстий с диаметра 8 мм на 14 А₂ производится в четыре прохода: при первом проходе устанавливают зенкер диаметром 10 мм, при втором — зенкер диаметром 12 мм, при третьем — зенкер диаметром 13,8 мм и при четвертом — развертку диаметром 14 А₂. Разделяют стыковые отверстия по переходным кондукторным втулкам (фиг. 333).

Режущий инструмент для обработки головных стыковых отверстий имеет направляющий хвостовик постоянного диаметра для всех без исключения проходов. Направление режущего инструмента осуществляется следующим образом: направляющим хвостовиком режущий

инструмент — зенкер или развертка — во время обработки отверстия находится в постоянной кондукторной втулке; режущая часть инструмента имеет направление в сменной кондукторной втулке данного прохода обработки. Такая конструкция режущего инструмента и кондукторов обеспечивает инструменту направление с обеих сторон обрабатываемого узла. Это дает высокую точность разделки стыковых отверстий.

Фюзеляж заводят в станок специальным краном (или по монорельсу) и спускают на три винтовые опоры (одна в килевой части и две — в головной). Затем его положение регулируют винтовыми опорами таким образом, чтобы он оказался зафиксированным штырями по всем стыковым узлам, в том числе и по стыковым отверстиям руля поворота.



Фиг. 333. Разделка стыковых отверстий по переходным кондукторным втулкам.

1—режущий инструмент; 2—направляющий хвостовик; 3—переходная кондукторная втулка; 4—постоянная кондукторная втулка; 5—стыковой узел.

Все штыри для первоначальной фиксации изготавливаются по диаметру на 1 мм меньше отверстий фюзеляжа. Правильно установленный фюзеляж фиксируется совершенно свободно легким нажатием руки на штырь.

Установленный в станок фюзеляж рекомендуется фиксировать в следующей последовательности:

1. Поставить вилки по кронштейнам руля поворота и зафиксировать штырями.

2. Зафиксировать штырями передние верхние стыковые отверстия.

3. Зафиксировать и зажать в тисках узлы крепления стабилизатора.

4. Зафиксировать передние нижние стыковые отверстия.

5. Окончательно закрепить головную часть фюзеляжа винтовыми зажимами с плавающими упорами (см. фиг. 331).

Стыковые отверстия фюзеляжа разделяют до номинального размера в следующем порядке: сначала разделяют и фиксируют штырями стабилизаторные узлы последовательно с правой и левой стороны; затем разделяют верхние передние стыковые отверстия одновременно с обеих сторон, чтобы исключить возможность появления боковых усилий, которые при разделке вызывают перекосы. После этого разделяют нижние передние стыковые отверстия-узлы аналогично разделке верхних узлов. Во время работы на станке все отверстия должны быть зафиксированы соответствующими штырями, кроме разделяемых. Последними сверлятся (электродрелью) сборочные отверстия.

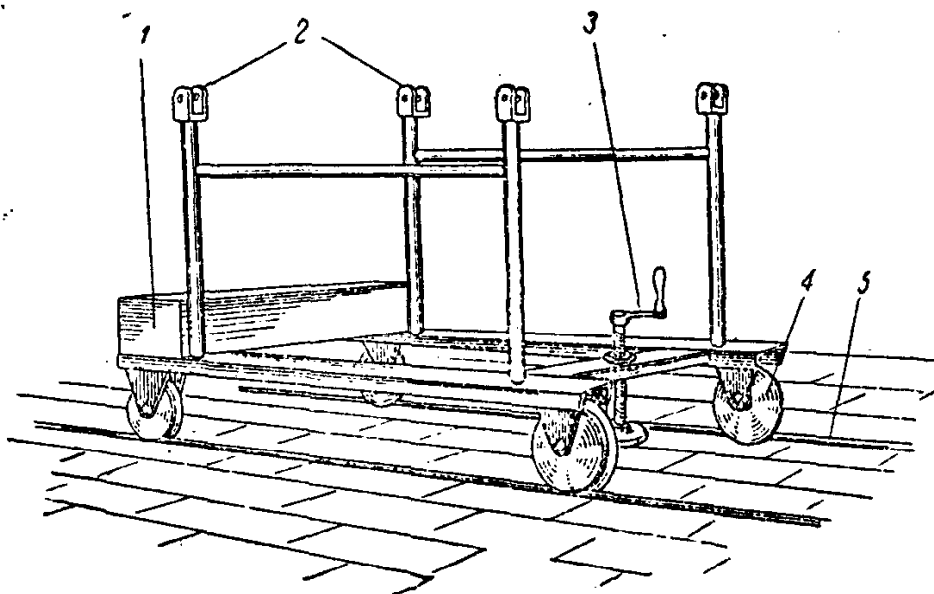
Разделочный фюзеляж принимается контролером в агрегатном станке. Правильно разделанные стыковые отверстия фиксируются штырями совершенно свободно от руки. Диаметр стыковых отверстий проверяют калибрами-пробками. Перемычки всех отверстий измеряют штангенциркулем. Все размеры должны быть выдержаны в соответствии с размерами, указанными в чертежах.

Принятый ОТК фюзеляж поступает на участок отделки.

Отделка фюзеляжа

Фюзеляжи при поточной организации работ отделываются на специальных тележках. На фиг. 334 показана тележка для отделки фюзеляжа с фиксацией его по стыковым узлам. На такой тележке фюзеляж имеет опору только в головной части. Для уравнивания

килевой части на тележке укреплен груз. По поточной линии тележка передвигается вручную. Для торможения ее установлена винтовая опора. Иногда применяют для опоры киля костыльную тележку (фиг.

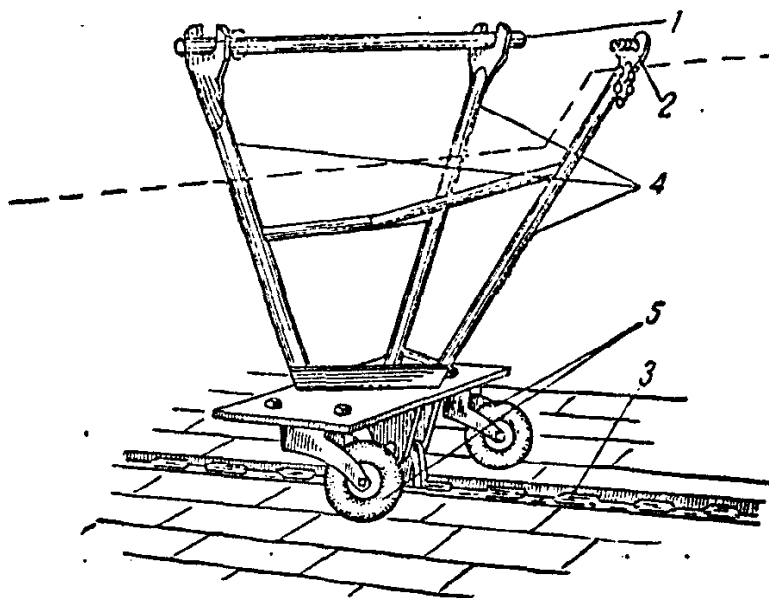


Фиг. 334. Отделочная тележка для фюзеляжа с фиксацией по стыковым узлам.

1—контргруз; 2—фиксаторы по стыковым узлам фюзеляжа; 3—винтовая опора; 4—колеса тележки; 5—рельс.

335), соединяемую с фюзеляжем стержнем за костыльный узел. Если поточная линия имеет механический привод, то костыльная тележка соединяется с конвейерной цепью.

Широко применяется вследствие простой конструкции отделочная тележка для фюзеляжа, показанная на фиг. 336.



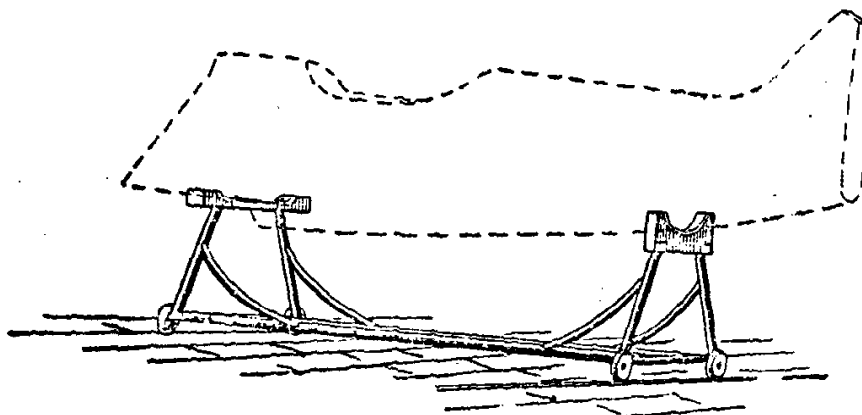
Фиг. 335. Костыльная тележка.

1—стержень; 2—опора под костыльный узел; 3—цепь конвейера; 4—стойки; 5—колеса тележки.

При отделке фюзеляжа устанавливают все бобышки, которые нельзя было поставить до приклейки обшивки, ставят все металлические узлы и оборудование, предусмотренные технологией. Внутреннюю и

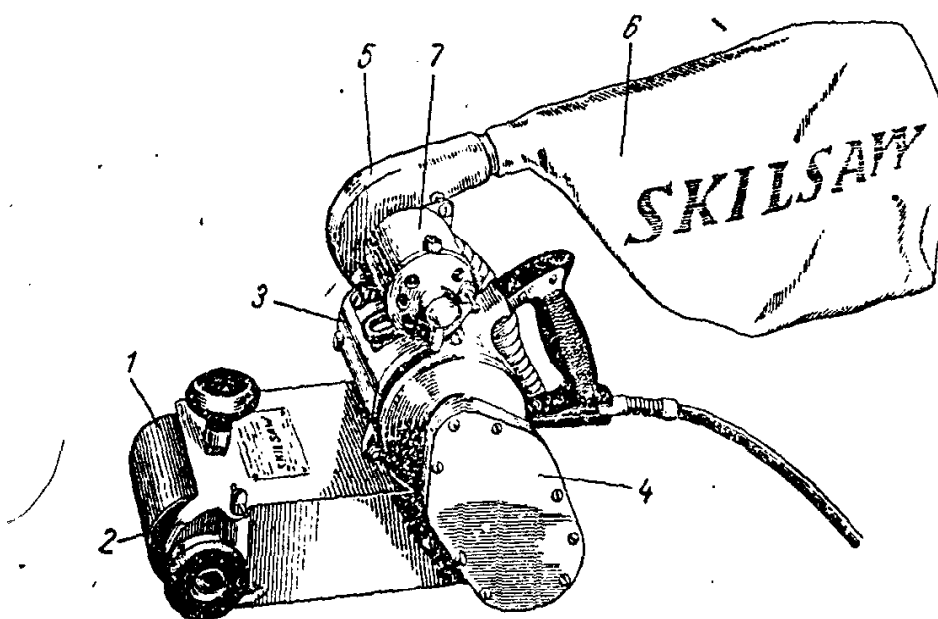
наружную часть обшивки зачищают от потеков клея. Наружную часть шлифуют шлифовальной машинкой.

Для зачистки обшивок агрегатов широко применяют ленточные шлифовальные машинки фирмы Skilsaw (фиг. 337). Такая машинка имеет стеклянную шкурку 1, склеенную бесконечной лентой и наде-



Фиг. 336. Отделочная тележка для фюзеляжа.

тую на два валика. Задний валик — ведущий — вращается от электродвигателя 3 через набор зубчатых шестерен (закрыты крышкой 4). Передний валик 2, установленный на эксцентрик, служит для натяжения шлифовальной ленты. Получающаяся при шлифовании мелкая пыль отсасывается вентилятором 5 в пылесборник 6. Вентилятор вращается электродвигателем 7.

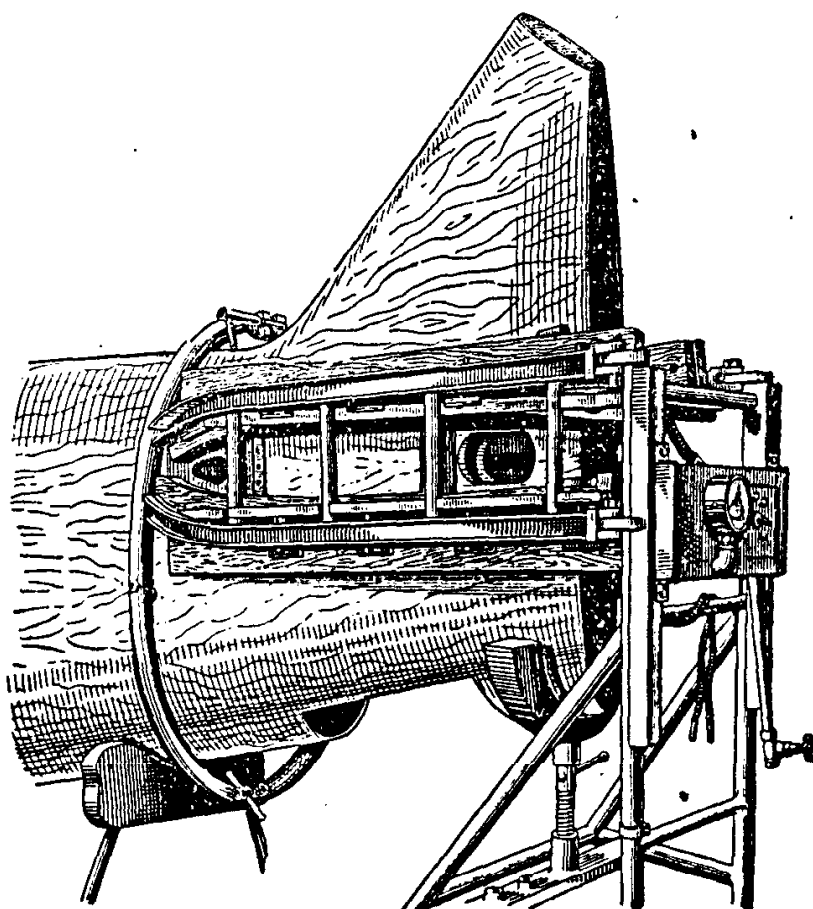


Фиг. 337. Шлифовальная машинка фирмы Skilsaw.

Для установки зализов фюзеляжа со стабилизатором применяют специальный передвижной пневматический пресс (фиг. 338). Сварная рама пресса установлена на колеса и передвигается по потоку. В верхней части рамы шарнирно установлены полурамки, в которых укреплены пневматические мешки. При запрессовке зализов стабилизатора фюзеляж килевой частью опирается на винтовую опору, и его регулируют по высоте до совпадения пневматических мешков с установлен-

ными зализамн. Отрегулировав положение фюзеляжа в прессе, скрепляют полурамки на килевой части хомутом и производят запрессовку.

В зависимости от принятой технологии и конструкции самолета отделанный фюзеляж поступает на участок стыковки его с центропланом или в цех лакокрасочных покрытий.



Фиг. 338. Пневматический пресс для установки зализов стабилизатора.

Сборка фюзеляжа стоечной конструкции

Фюзеляжи стоечной конструкции можно собирать последовательно и расчлененно. Стоечный фюзеляж собирается последовательно в одном стапеле. При более совершенной технологии расчлененной сборки часть монтажных работ из стапеля общей сборки выносятся в отдельные.

Последовательная сборка фюзеляжа

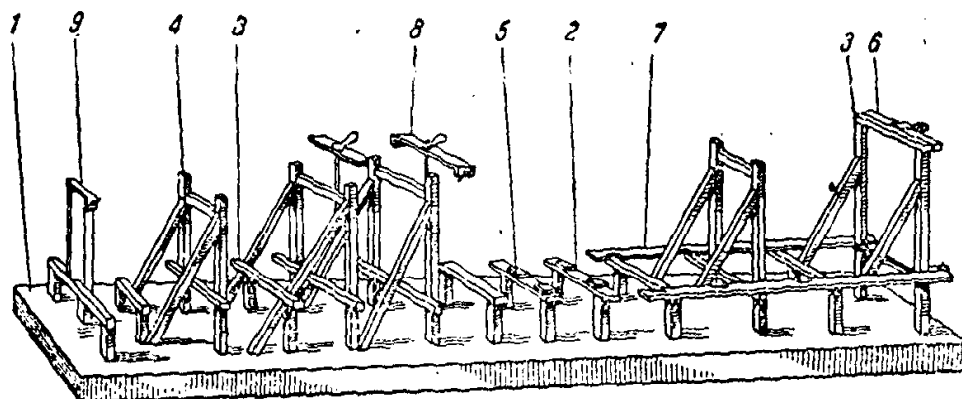
На фиг. 339 показан стационарный деревянный стапель, рассчитанный на последовательную сборку фюзеляжа. Основные детали стапеля следующие: основание 1, продольные брусья 3, поперечные брусья 2 и упоры для шпангоутов 4.

В большинстве фюзеляжей стоечной конструкции верхние лонжероны параллельны его продольной оси (основной строительной линии самолета). В этом случае значительные преимущества имеет сборка фюзеляжа в перевернутом виде.

Порядок сборки фюзеляжа в стапеле следующий.

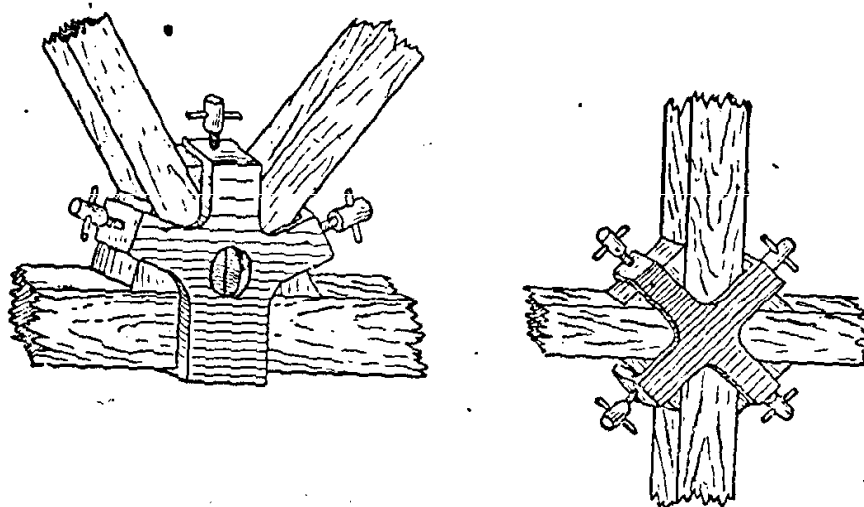
Сначала в стапель закладывают каркас верхней панели фюзеляжа, устанавливают его по фиксаторам 5, затем на продольные брусья кла-

лут верхние лонжероны и устанавливают на них шпангоуты. Первый шпангоут крепится к поперечному брусу струбчинкой 6. Положение шпангоутов, не имеющих в стапеле опор, определяют шаблоном 7 по его вырезам. Затем, установив все шпангоуты, наносят клей на места склейки и закладывают в стапель нижние лонжероны. Каждый шпангоут с лонжероном запрессовывают цвингами 8. Концы лонжеронов в



Фиг. 339. Стационарный деревянный стапель для сборки каркасов фюзеляжа стоечной конструкции.

килевой части дополнительно стягивают специальной струбчинкой 9, у которой губки имеют накатку, для того чтобы струбчинка не соскальзывала с непараллельных концов лонжеронов. Запрессовав все шпангоуты с лонжеронами, устанавливают подкосы, стрингеры и угольники. Для прижимов угольников применяют специальные струбчинки (фиг. 340).



Фиг. 340. Струбцины для запрессовки угольников при сборке фюзеляжа стоечной конструкции.

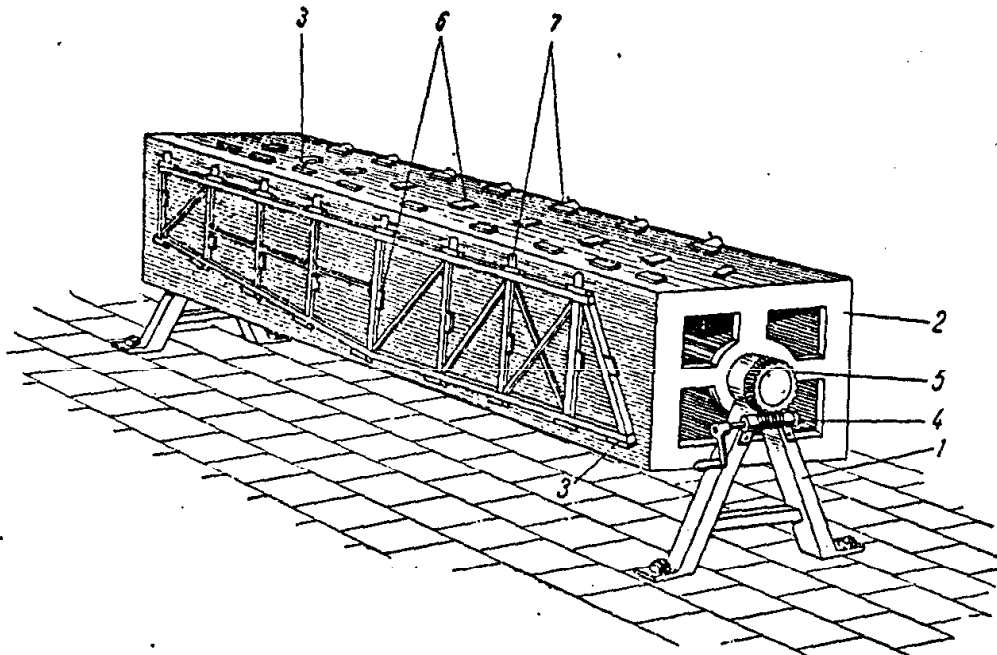
К собранному каркасу фюзеляжа приклеивают фанерную обшивку. На площадь склеивания каркаса и фанерной обшивки, размеченную по трафарету или прямо по каркасу, наносится клей. Затем устанавливают обшивку на борта и низ каркаса, совмещая намазанные клеем места с соответствующими деталями. Обшивку прибивают гвоздями и закрепляют шурупами.

Вне стапеля на фюзеляжах устанавливают бобышки, которые нельзя было поставить в стапеле, полы, кок и внутреннее оборудование.

Расчлененная сборка фюзеляжа

Расчлененная сборка применяется при конструкции фюзеляжа, позволяющей собирать борты и кок в отдельных стапелях. Борты собирают обычно на вращающихся стапелях, которые, по сравнению со стационарными, имеют преимущества, а именно они удобны в работе, позволяют ставить собираемый борт в любое положение и занимают меньше производственной площади.

На фиг. 341 показан вращающийся стапель, занимающий в четыре раза меньше площади, чем стационарный стапель, рассчитанный на



Фиг. 341. Вращающийся стапель для сборки бортов каркаса фюзеляжа стоечной конструкции.

1—опорные стойки; 2—барабан; 3—фиксаторы лонжеронов; 4—червяк; 5—червячное колесо; 6—фиксаторы стоек; 7—винтовые зажимы.

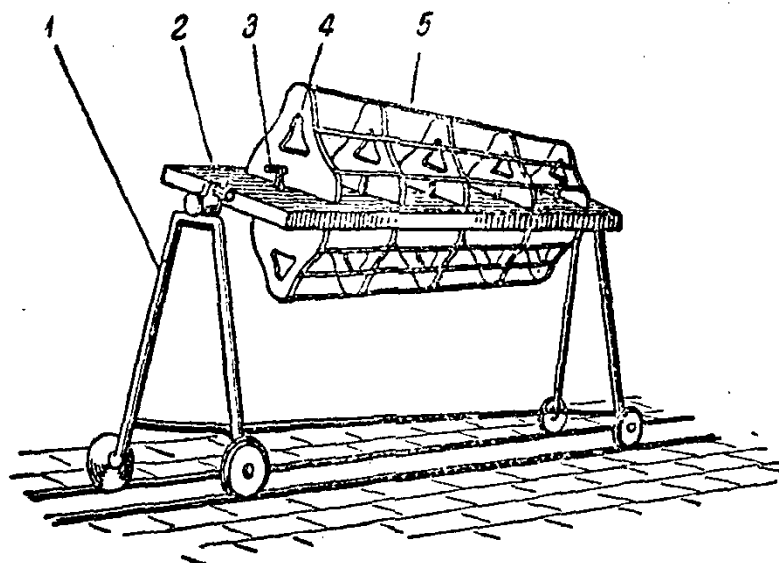
сборку одного борта. Такой стапель состоит из опорных стоек и укрепленного на них вращающегося барабана квадратного сечения. Каждая грань барабана служит местом сборки одного борта. Детали при сборке борта устанавливают по фиксаторам с винтовой запрессовкой. Барабан вращается самотормозящимся червяком через червячное колесо.

Сборку борта фюзеляжа начинают с установки в стапель нижнего лонжерона по фиксаторам. После этого ставят стойки, размещение которых по длине борта определяется неподвижными фиксаторами. Все стойки по длине должны быть заданного размера. Затем устанавливают верхний лонжерон, который крепят винтовыми зажимами. Стойки с лонжеронами соединяют угольниками, фанерными кницами и металлическими крепежными деталями. После всего в каркас борта устанавливают раскосы. Барабан стапеля с собранным бортом поворачивают свободной гранью и собирают следующий борт фюзеляжа.

Кок фюзеляжа собирают также в отдельном стапеле. На фиг. 342 показан вращающийся стапель для сборки двух коков. На стойках в подшипниках установлен щит, на котором укреплены фиксаторы деталей собираемого кока. При сборке в стапель сначала устанавливают и фиксируют днафрагмы кока. Затем по наружному контуру

каждой диафрагмы в имеющиеся гнезда запрессовывают стрингеры.

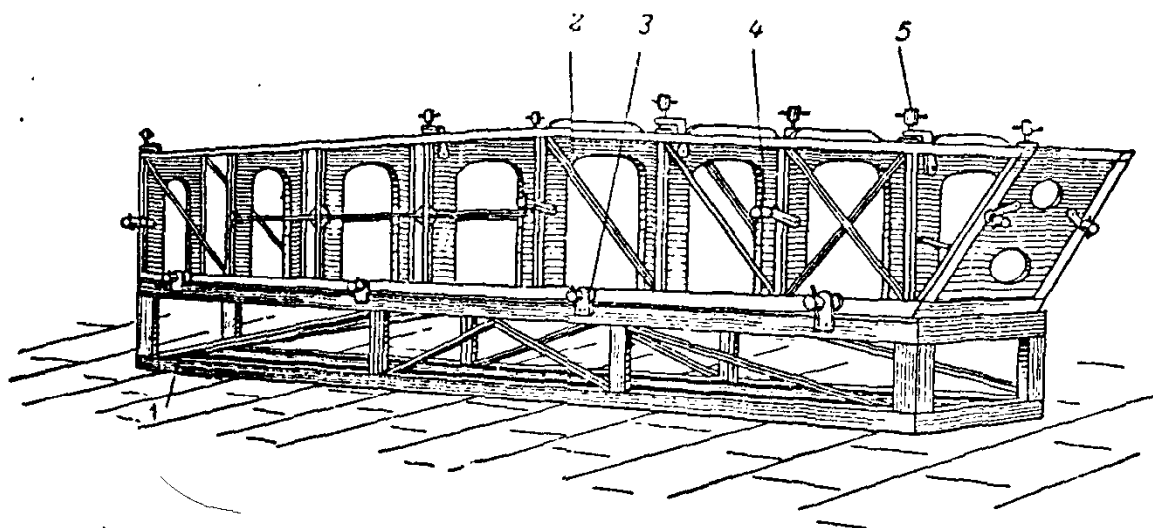
Если позволяет конструкция фюзеляжа, то в этом же стапеле фанеруют собранный каркас кока. Готовый кок ставят на собранный фюзеляж.



Фиг. 342. Стапель для одновременной сборки двух коков.

1—стойки; 2—щит; 3—фиксаторы деталей; 4—диафрагмы; 5—стрингеры.

Общую сборку фюзеляжа производят в стапеле, показанном на фиг. 343. Он состоит из металлической станины ферменной конструкции с установленными на ней деревянными ложементы. Каркас фюзеляжа в этом стапеле собирают в перевернутом положении, что поз-



Фиг. 343. Стапель общей сборки фюзеляжа стоечной конструкции.

1—станина; 2—ложементы; 3—винтовые зажимы; 4—дополнительные винтовые зажимы; 5—винтовые зажимы для крепления деталей низа каркаса.

воляет установить обшивку сразу с трех сторон: нижнюю и обе боковые.

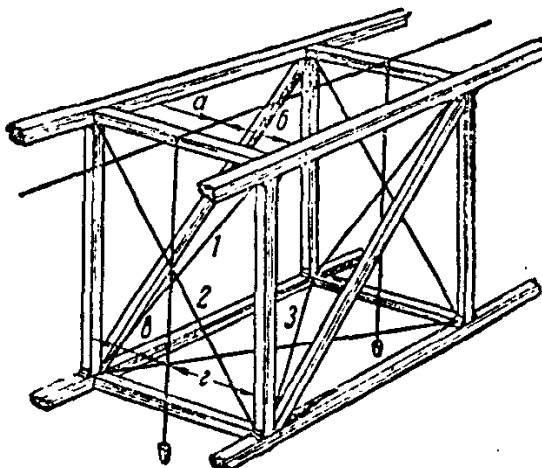
Собранный борт устанавливают в стапель верхним лонжероном на металлическую продольную балку станины и укрепляют винтами. По стойкам борт крепят дополнительными винтами. Детали низа каркаса фюзеляжа крепят винтовыми зажимами.

После окончания сборки пола каркаса и установленной по технологии выдержки в запрессованном состоянии все зажимы отпускают и убирают, чтобы они не мешали установке обшивки на каркас. Обшивку на каркас фюзеляжа стоечной конструкции устанавливают на клею, гвоздях и шурупах без дополнительной запрессовки. На верхнюю часть фюзеляжа устанавливают кок вне стапеля на специальном рабочем месте. Также вне стапеля в фюзеляж устанавливают внутренние раскосы, полы и все оборудование, предусмотренное технологией.

Регулировка каркаса фюзеляжа

Собранный каркас фюзеляжа регулируют, т. е. исправляют производственные неточности в размерах, путем изменения натяжения расчалок.

Для этого каркас фюзеляжа устанавливают в линию полета. Между серединами передней и задней поперечин по верху каркаса натягивают струну. К натянутой струне у каждой поперечины подвешивают отвес, который, касаясь верхней и нижней поперечин, опускается ниже каркаса (фиг. 344). Установив все отвесы, замеряют по верхней и нижней поперечинам расстояние от отвеса до правых и левых лонжеронов. В правильно смонтированном каркасе фюзеляжа все расстояния должны быть равны между собой. Отсутствие равенства показывает, что данная рама перекошена.



Фиг. 344. Регулировка каркаса фюзеляжа стоечной конструкции.

Пример. Исправление перекоса в одной раме (фиг. 344) при регулировке каркаса расчалками.

Допустим, что расстояние a равно расстоянию b , а расстояние c больше расстояния z . Для того чтобы расстояние c было равным z , необходимо ослабить расчалку 2 и подтянуть расчалку 1. При этом нижняя поперечина 3 отойдет вправо. Такую регулировку повторяют до тех пор, пока расстояния станут одинаковыми.

Так регулируют все рамы, в которых нет равенства указанных четырех размеров. Наиболее допустимая разница между правым и левым замерами не должна превышать 1 мм.

В окончательно отрегулированном каркасе фюзеляжа при помощи тензометра замеряют натяжение всех расчалок. Величина натяжения в каждой расчалке не должна выходить из пределов, указанных в чертеже или в специальной инструкции для данной конструкции фюзеляжа.

Планирование технологического потока сборки фюзеляжей

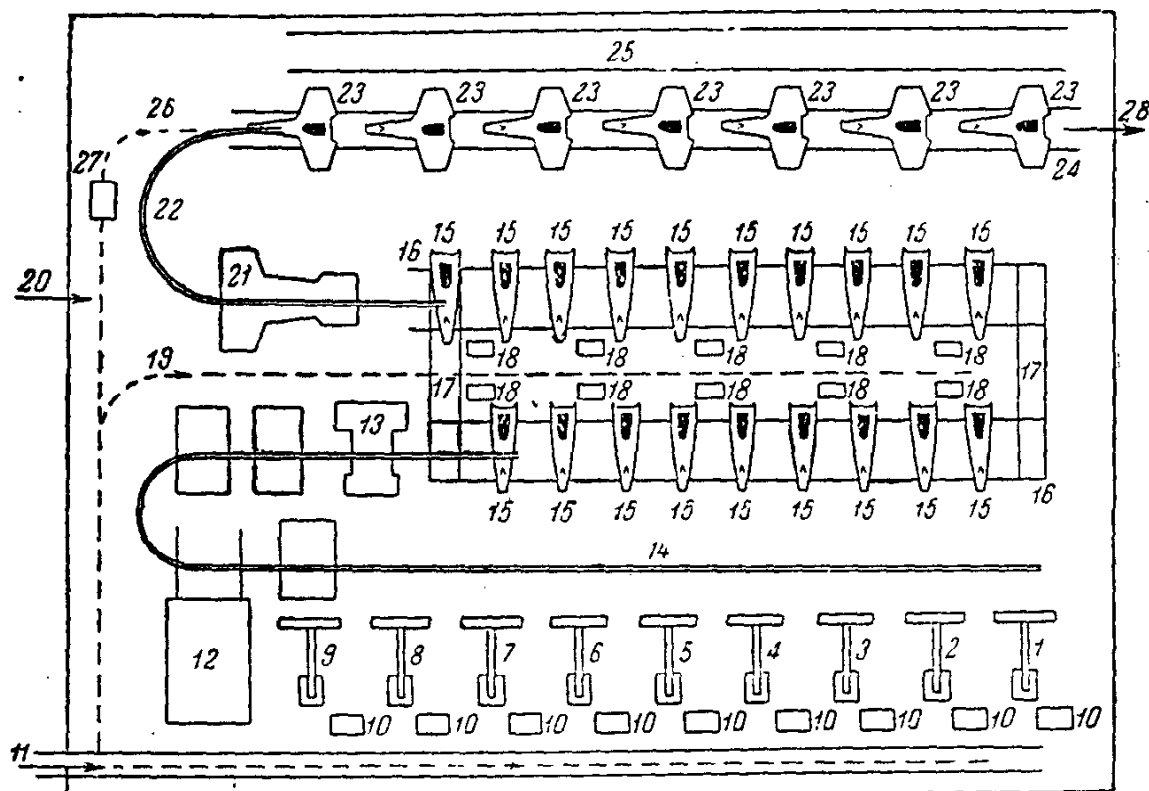
На фиг. 345 показан технологический поток сборки фюзеляжей типа монокок и полумонокок.

Весь поток делится на пять следующих линий:

1. Сборка каркаса фюзеляжа из деталей и отсеков на неподвижных стендах (стапелях).

2. Фанеровка каркаса и разделка стыковых отверстий. Агрегат передвигается по монорельсу.
3. Отделка фюзеляжа на передвижных тележках.
4. Стыковка фюзеляжа с центропланом. Движение осуществляется по монорельсу.
5. Окончательная отделка стыкованного фюзеляжа на передвижных тележках.

Первая поточная линия является линией скользящего потока.



Фиг. 345. Технологический поток сборки деревянных фюзеляжей.

1—9—стапелы сборки каркасов фюзеляжей; 10—место для деталей и отсеков; 11—транспортёр для подачи деталей; 12—пневматический пресс для фанеровки каркаса; 13—агрегатный разделочный станок; 14—монорельс; 15—отделочные тележки; 16—рельсовый путь; 17—траверса для возврата отделочных тележек; 18—стеллажи для деталей на участке отделки; 19—транспортёр для подачи деталей; 20—подача центропланов на участок стыковки; 21—стенд стыковки фюзеляжа с центропланом; 22—монорельс; 23—передвижные тележки; 24 и 25—рельсовые пути; 26 и 28—стрелки, указывающие направления движения; 27—тележка.

Работа производится на девяти стендах одновременно девятью бригадами рабочих. Бригады делятся на три группы, и все первые бригады каждой группы выполняют одинаковые монтажи, все вторые бригады — следующие одинаковые монтажи и т. д. Работа каждой бригады длится три ритма потока и сдвинута по времени относительно другой бригады, выполняющей те же монтажи, на величину одного ритма.

Вторая линия и все последующие являются линиями нормального потока.

На второй линии, кроме фанеровки каркаса фюзеляжа в прессе 12, разделяют стыковые отверстия в разделочном станке 13. Затем фюзеляж по монорельсу 14 подают на линию отделки. На этой линии отделочные тележки 15 по истечении времени ритма передвигаются по рельсовым путям 16 на следующие стенды. Освободившиеся тележки возвращаются через траверсное устройство 17. Детали подаются к местам приемки 18 транспортером 19. На четвертой короткой моно-

рельсовой линии стыкуют фюзеляж с центропланом, подаваемым по направлению стрелки 20 к стенду стыковки 21. Стыкованный фюзеляж по монорельсу 22 передают на линию окончательной отделки фюзеляжа.

Линия окончательной отделки фюзеляжа состоит из двух параллельных линий, и ритм работы на стендах будет равен $2r$, где r — ритм потока. Тележки 23 передвигаются по рельсовому пути 24, а возвращаются по рельсовому пути 25. По направлению стрелки 26 к стендам подаются детали на тележке 27 также по рельсам 25. По направлению стрелки 28 через промежуток, равный ритму, готовый фюзеляж подается в цех общей сборки или лакокрасочных покрытий.

2. СБОРКА ЦЕНТРОПЛАНА

Сборка каркаса

Каркасы центропланов собирают либо последовательно, либо расчлененно.

Последовательно собирают центропланы с неразъемными нервюрами (конструкция которых встречается редко), а также опытные и первые центропланы при пуске в производство новой конструкции.

Последовательно можно собирать каркасы центропланов и с разъемными нервюрами, но этот вариант по скорости и удобству значительно уступает расчлененной сборке и поэтому редко применяется.

При поточной организации производства применяют исключительно расчлененный способ сборки.

Расчлененная сборка каркасов центропланов может производиться по двум вариантам.

Первый вариант

- а) Сборка в стапеле носовых частей нервюр (носовой отсек).
- б) Сборка в стапеле хвостовых частей нервюр (хвостовой отсек).
- в) Установка лонжеронов центроплана в стапель общей сборки.
- г) Установка и крепление к лонжеронам средних частей нервюр.
- д) Установка собранных носовых и хвостовых отсеков на лонжероны в стапель общей сборки.

Второй вариант

- а) Сборка носков нервюр вместе с передним лонжероном в отдельном стапеле.
- б) Сборка хвостовых частей нервюр вместе с задним лонжероном в отдельном стапеле.
- в) Установка лонжеронов с собранными на них носками и хвостовыми частями нервюр в стапель общей сборки.
- д) Установка и крепление к лонжеронам средних частей нервюр.

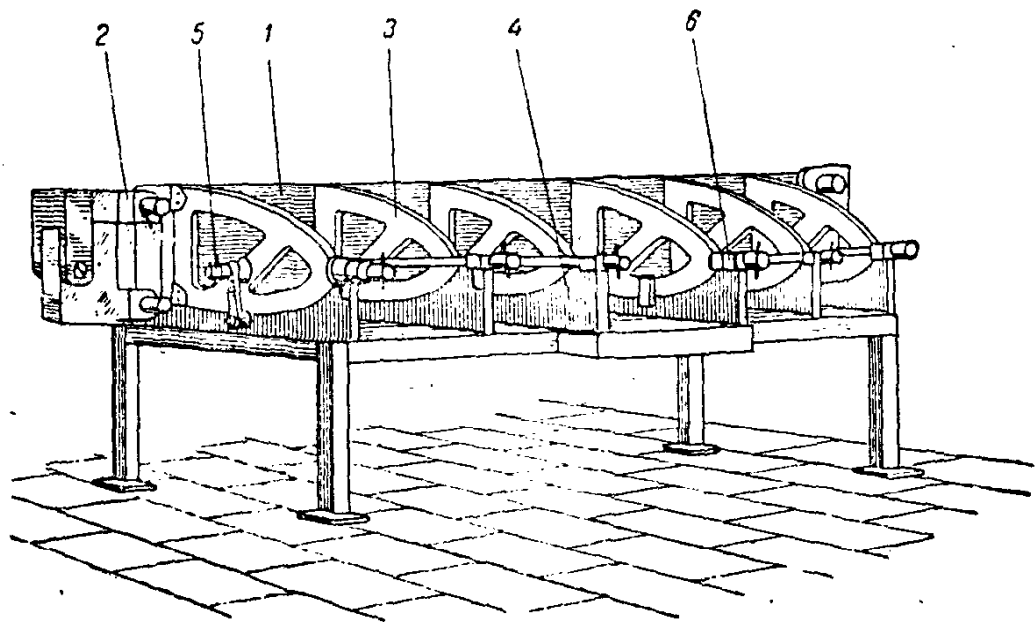
Оба варианта сборки каркаса центроплана получили в производстве одинаковое распространение и применяются в зависимости от имеющейся оснастки и конструктивных особенностей центроплана.

Стапели для сборки отсеков по своей конструкции аналогичны между собой.

При сборке отсеков вместе с лонжероном последний закладывают в стапель и фиксируют по стыковым узлам центроплана с консолями крыла. Носовые или хвостовые части нервюр устанавливают на ложементы и фиксируют прижимами или по сборочным отверстиям, после чего крепят нервюры к лонжеронам и устанавливают стрингеры.

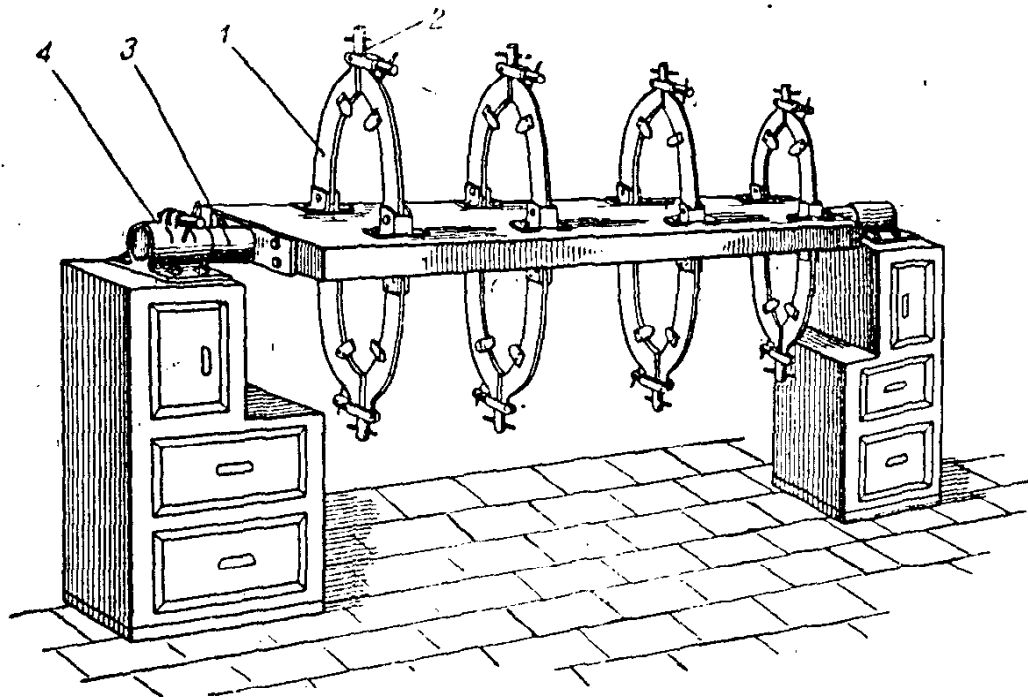
Установленные на клею детали запрессовывают струбниками.

На фиг. 346 показан стапель для сборки носового отсека с передним лонжероном. Лонжерон 1 в стапеле зафиксирован по стыковым узлам 2. Носки нервюр 3 устанавливают в стапель по ложементам 4,



Фиг. 346. Стапель для сборки носового отсека центроплана с передним лонжероном.

и фиксируют винтовыми зажимами 5. Для запрессовки лобового стрингера установлен винтовой прижим 6. Отсеки без лонжерона собирают в стапеле аналогичной конструкции при наличии специального упора,



Фиг. 347. Стапель для сборки отсеков центроплана без лонжерона.

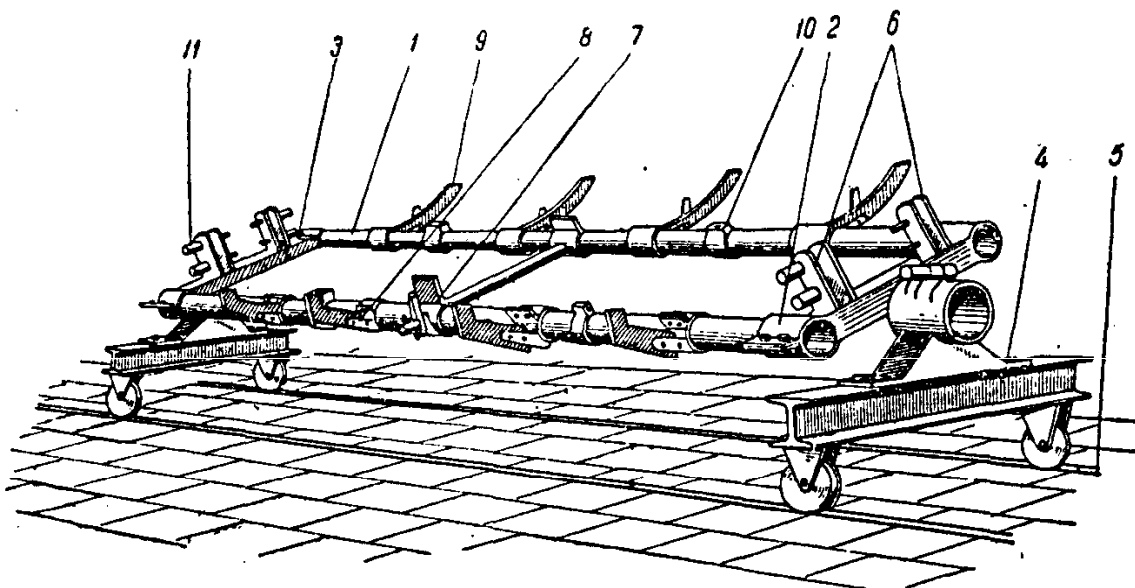
1—фиксатор нервюр; 2—винтовой зажим лобового стрингера; 3—ось вращения стапеля; 4—подшипник.

заменяющего собой лонжерон. Отсутствие связи собранного отсека с лонжероном делает его очень хрупким. Для предотвращения деформации отсек иногда скрепляют временными стяжками.

Стапель для сборки отсеков без лонжерона показан на фиг. 347.

Фиксаторы первюр 1 в станеле схватывают полностью первюру и за-прессовывают все стрингеры, заложенные в ее гнезда. Для лобового стрингера установлен дополнительный винтовой зажим 2.

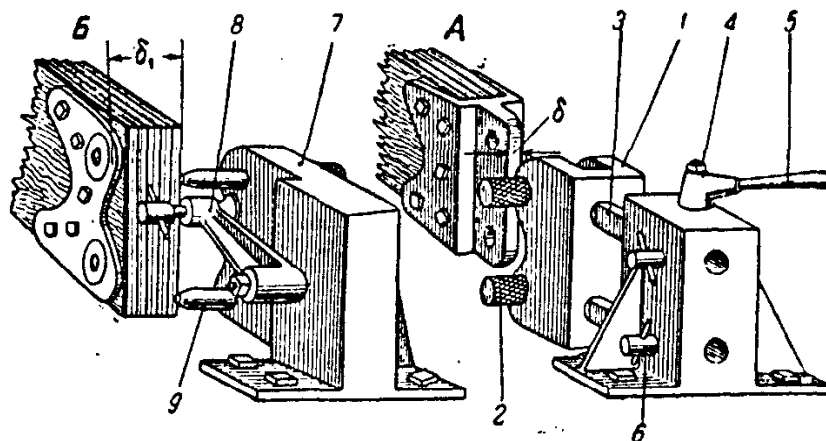
На станеле вращающейся конструкции возможно одновременно собирать два комплекта отсеков.



Фиг. 348. Передвижной вращающийся станель общей сборки центроплана.

1—трубы; 2—стяжные муфты; 3—траверсы; 4—опорные фермы; 5—рельсы; 6—фиксаторы для крепления лонжеронов; 7—зажимы; 8—ложементы носков; 9—ложементы хвостовиков; 10—реперные площадки; 11—штыри.

Станели общей сборки каркасов центропланов бывают стационарные и передвижные. Стационарные станели делают из дерева и из металла, передвижные — только из металла. На фиг. 348 показан передвижной вращающийся станель, получивший широкое распространение в производстве. В станеле две горизонтально расположенные трубы 1



Фиг. 349. Конструкция фиксаторов стыковых узлов лонжеронов.

А—стыковой узел с постоянным размером δ ; 1—фиксирующая скоба; 2—штыри; 3—рейки; 4—вертикальный валик; 5—рукоятка. Б—стыковой узел с переменным размером δ ; 7—неподвижный упор; 8—лапка; 9—фиксирующие штыри.

укреплены в стяжных муфтах 2, жестко скрепленных с траверсами 3. Траверсы шарнирно установлены в опорных фермах 4. Опорные фермы поставлены на колеса и перекатываются по рельсам 5. Для крепления лонжеронов в станеле на траверсах установлены фиксаторы 6, которые в зависимости от конструкции стыковых узлов центроплана с кон-солью бывают двух видов (фиг. 349).

Фиксатор А предназначен для закрепления стыкового узла, имеющего уже точно обработанный размер δ , что позволяет фиксировать его сразу скобой 1 по обеим щекам и штырями 2 по стыковым отверстиям. Скоба выдвигается на двух рейках 3, имеющих зубчатую нарезку, соединенную с шестернями на вертикальном валике 4. Валик приводится во вращение рукояткой 5. Скобы двух фиксаторов по стыковым отверстиям лонжерона устанавливаются в определенном положении шпилькой 6.

По фиксатору Б устанавливают стыковой узел до обработки его толщины δ_1 в номинальный размер. Такой стыковой узел крепят к одному неподвижному упору 7 лапкой 8, что придает лонжерону определенное положение. Для получения большей жесткости и обеспечения правильного положения при сборке средних частей лонжероны дополнительно фиксируют в зажимах 7 (см. фиг. 348). На горизонтальные трубы укреплены стяжными муфтами ложементы носков 8 и хвостовиков 9 нервюр, на которые устанавливают собранные отсеки. Для закладки эталона центроплана в стапель имеются реперные площадки 10.

Преимущества описанного стапеля заключаются в том, что он может быть легко приспособлен для работы с центропланами любой конструкции путем перестановки ложементов на горизонтальных трубах и сменой (если это потребуется) фиксаторов лонжеронов.

Собираемый каркас в стапеле можно поворачивать на угол $45-180^\circ$ в зависимости от конструкции стапеля, что облегчает монтажные работы.

Общая сборка каркаса центроплана в стапеле при сборке отсеков без лонжеронов производится в следующей последовательности. Лонжероны стыковыми узлами вставляют в фиксаторы стапеля и крепят штырями 11 (см. фиг. 348). По средним частям лонжероны фиксируют винтовыми зажимами 7. Сначала в стапель закладывают средние отсеки и крепят их к лонжеронам. Собранные хвостовые и носовые отсеки устанавливают в стапель на ложементы и крепят к лонжеронам. После окончательного крепления всех нервюр зачищают и контролируют плоскости под обшивку. Плоскости каркаса контролируют продольными и поперечными шаблонами. Прямолинейные участки плоскости обтекания проверяют контрольной линейкой. Для определения точности установки нервюр разреза на стыковые узлы центроплана навешивают макетные части консолей крыла (см. схему стыковки основных агрегатов, приложение 4). При совпадении обводов центроплана с макетами обеспечивается точность стыковки агрегатов крыла.

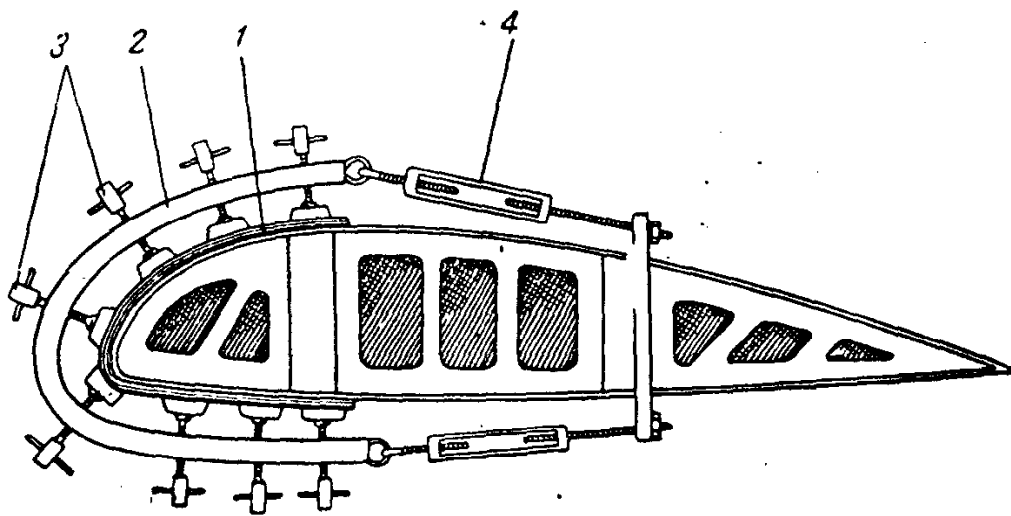
Готовый каркас после контрольной проверки поступает на участок прессов для установки обшивок.

Установка обшивок на каркас центроплана

Обшивку на каркас центроплана устанавливают двумя способами: винтовой и пневматической запрессовкой. Принцип винтовой запрессовки обшивки на каркас центроплана понятен из фиг. 350. Винтовая запрессовка несовершенна и не обеспечивает высокого качества приклейки обшивки к каркасу.

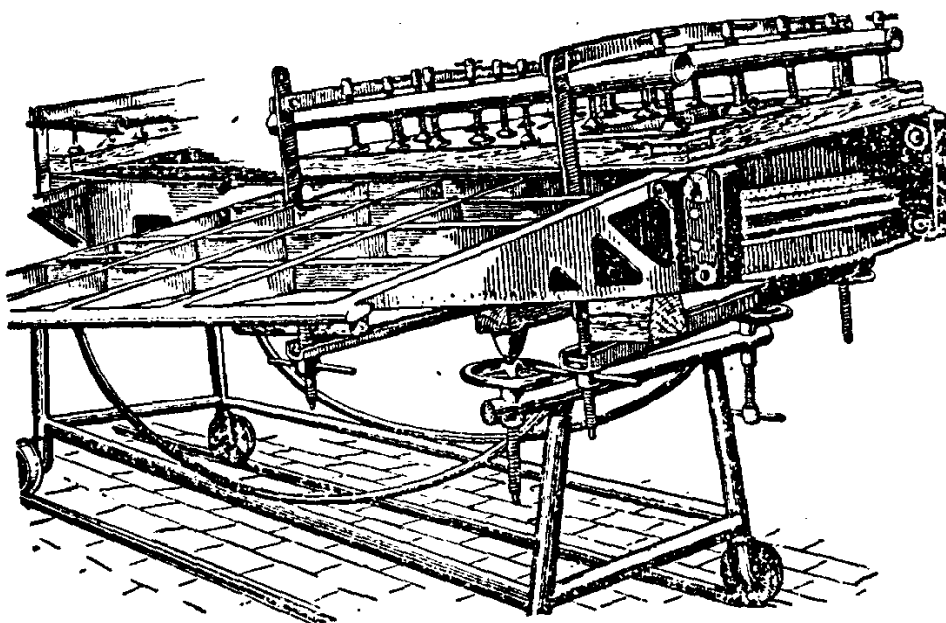
Для запрессовки плоскостных обшивок применяют приспособление, показанное на фиг. 351.

Более распространены стационарные пневматические прессы, в которых обшивка устанавливается в два приема: первой ставится плоскостная, а затем — лобовая обшивка.



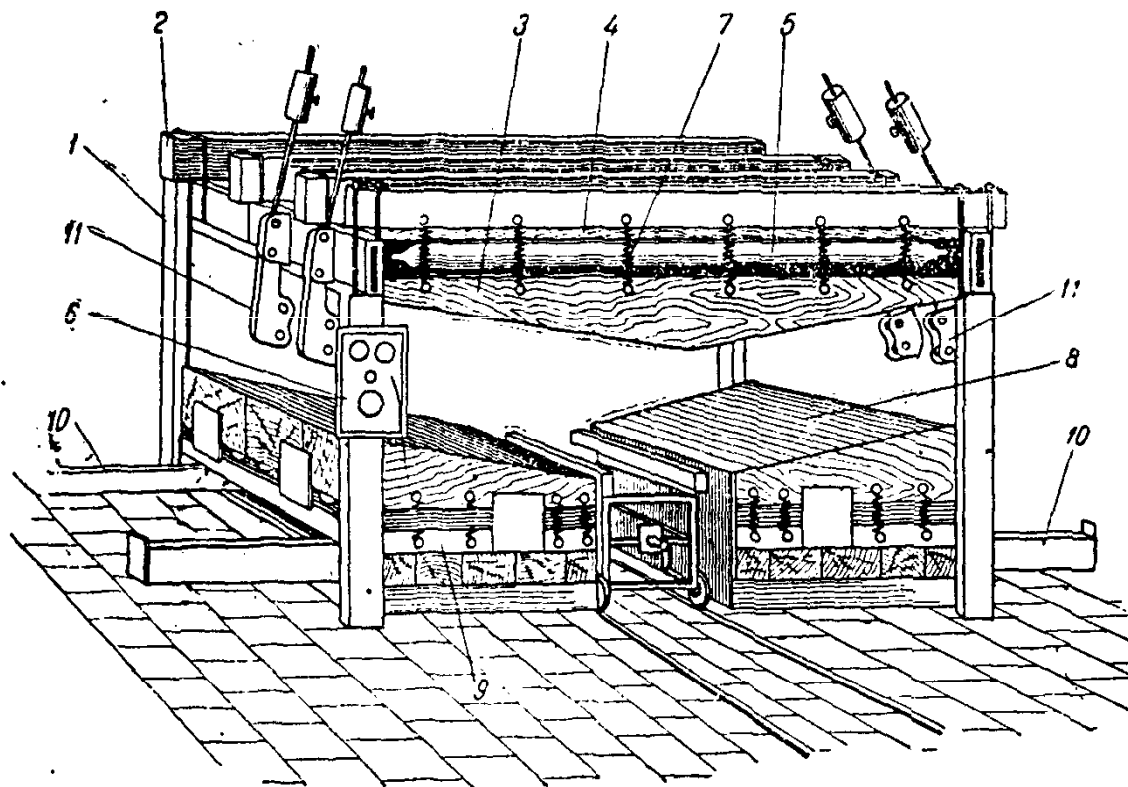
Фиг. 350. Установка лобовой обшивки на каркас центроплана винтовой запрессовкой.

1—обшивка; 2—хомут; 3—винтовые зажимы; 4—стяжки.



Фиг. 351. Установка плоскостной обшивки на каркас центроплана винтовой запрессовкой.

Пневматический пресс для запрессовки плоскостных обшивок (фиг. 352) имеет сварную станину на бетонном фундаменте. Верхние горизонтальные балки к основной станине прикреплены болтами, что облегчает установку сулаг и монтаж пневматической проводки. В верхней части станины установлен прижим верхней обшивки центроплана, состоящий из настила досок, прикрепленных болтами к верхним балкам, затем проложен ряд дюритовых шлангов. Каждый шланг расположен под продольной горизонтальной балкой, воспринимающей нагрузку, возникающую при запрессовке. С одного конца все



Фиг. 352. Пневматический пресс для установки плоскостных обшивок на каркас центроплана.

1—станина; 2—горизонтальные балки; 3—сулаги; 4—настил досок; 5—дюритовые шланги; 6—пульт управления; 7—поддерживающие пружины; 8—нижние сулаги; 9—откатные тележки; 10—рельсы; 11—фиксаторы стыковых узлов с противовесом.

дюритовые шланги наглухо заделаны, а в другой укреплены трубки, соединенные в один воздуховод, который соединен с воздушной сетью. Ниже дюритовых шлангов расположена верхняя сулага, нижняя плоскость которой точно соответствует профилю верхней плоскости обтекания центроплана. Пружины 7 удерживают верхнюю сулагу в горизонтальном положении и возвращают ее после запрессовки в исходное верхнее положение.

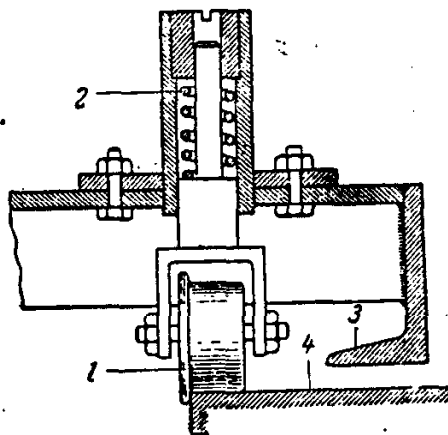
Нижнюю обшивку центроплана запрессовывают аналогичным прижимом, только в перевернутом положении. Верхняя плоскость нижней сулаги точно соответствует профилю нижней плоскости обтекания центроплана.

На рабочих плоскостях всех сулаг установлены резиновые полосы, фанерные трафареты и прокладные сулаги, конструкция и назначение которых точно такие же, как и в прессе для приклейки обшивок к каркасу фюзеляжа.

Нижние прижимы установлены на откатных тележках, передвигающихся по рельсам. Колеса 1 тележки (фиг. 353) установлены на пружинах 2 так, что при запрессовке тележка, сжимая пружины, опирает-

ся своей рамой 3 на раму пресса. 4. Центроплан после запрессовки выкатывают на противоположную сторону пресса. Пресс такой конструкции при поточной организации производства ставится непосредственно в линию потока.

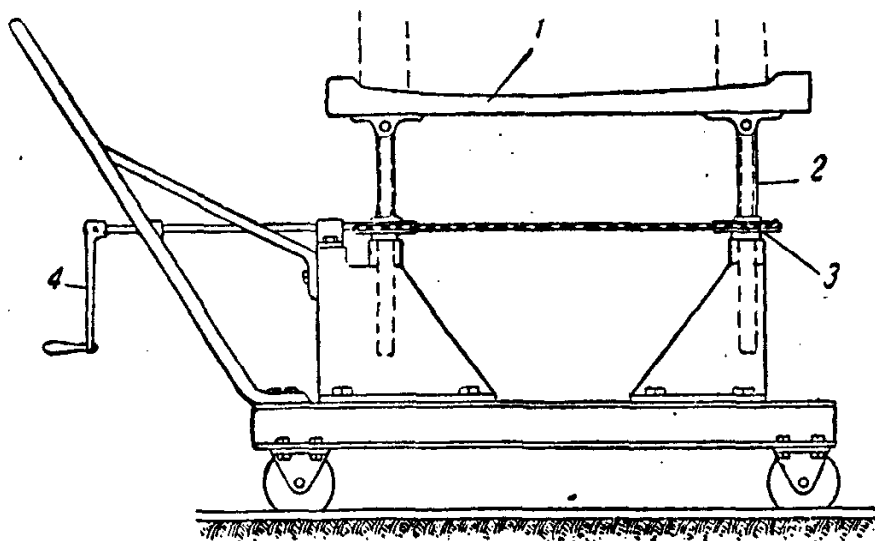
Подготовленный к запрессовке центроплан (верхняя и нижняя обшивки поставлены на контрольные гвозди) устанавливают на тележку (фиг. 354), конструкция которой позволяет поднимать и опускать центроплан при установке его в пресс. Центроплан, поставленный на тележку, опирается на ложементы 1, шарнирно скрепленные с вертикальными винтами 2. Винты ввинчиваются в шестерни 3, которые соединены между собой бесконечной цепью Галля. Шестерни приводятся во вращение рукояткой 4 и в зависимости от направления вращения винтов опускают или поднимают ложементы с установленным на них центропланом. Для обеспечения правильной запрессовки центроплан фиксируют по стыковым отверстиям в откидных фиксаторах.



Фиг. 353. Конструкция крепления рамы откатной тележки с колесами.

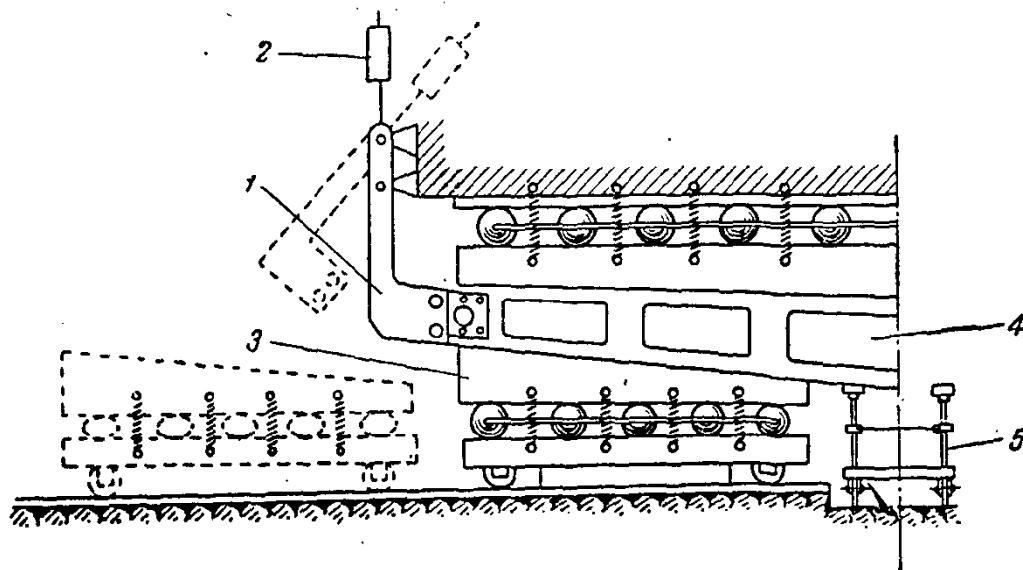
Все управление пневматической запрессовкой и электроподогревом смонтировано на одном пульте.

Работа на прессе ведется в следующей последовательности. Все четыре фиксатора 1 (фиг. 355) ставят в верхнее положение, в котором их удерживают противовесы 2 и отводят в стороны откатные

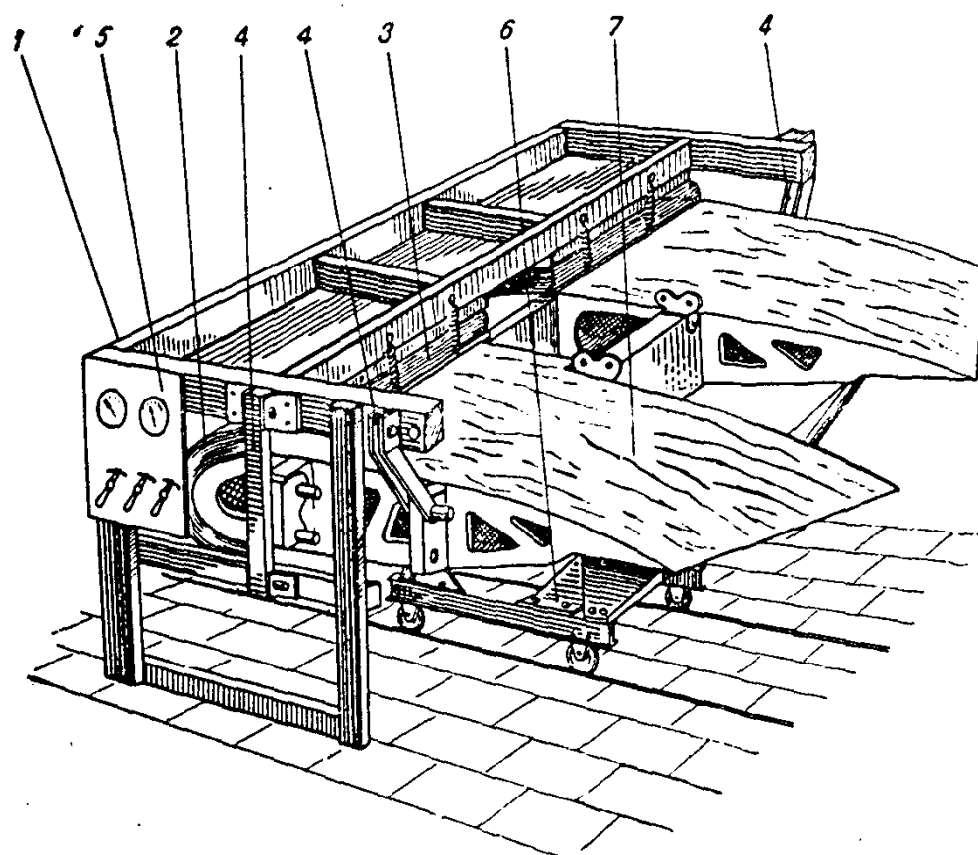


Фиг. 354. Тележка центроплана.

тележки 3. Подготовленный к запрессовке центроплан 4 ставят на тележку 5 и вкатывают в пресс. Затем ставят в рабочее положение откатные тележки, регулируют по высоте положение центроплана до совпадения стыковых отверстий в фиксаторах и фиксируют его по всем четырем стыковым узлам. После этого включают воздух в пневматическую сеть пресса и запрессовывают центроплан.



Фиг. 355. Схема запрессовки центроплана в прессе.



Фиг. 356. Пневматический пресс для установки лобовой обшивки к каркасу центроплана.

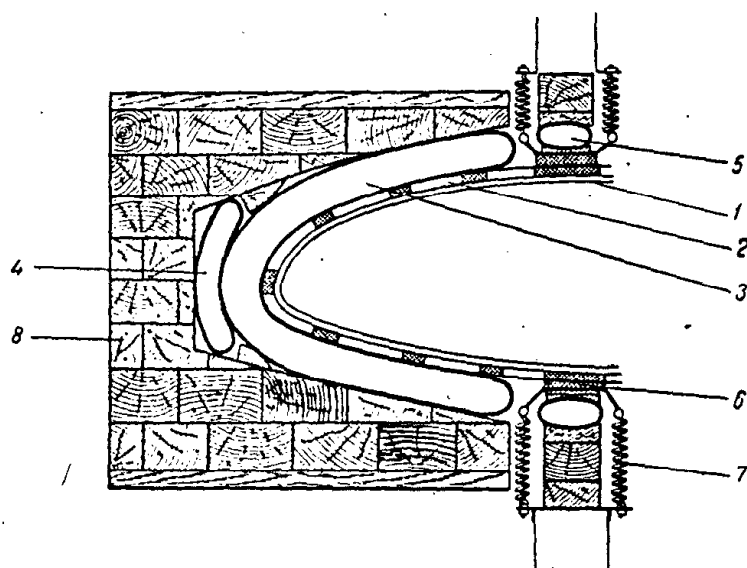
1—рама пресса; 2—основной пневматический мешок; 3—дюритовый шланг по условному соединению; 4—фиксаторы стыковых узлов центроплана; 5—пульт управления; 6—тележка центроплана; 7—центроплан.

Обшивку приклеивают смоляными клеями, придерживаясь следующего режима:

Выдержка в запрессованном состоянии до включения подогрева	10 мин.
Выдержка с включенным подогревом при температуре клея 50—60°	30—40 "
Охлаждение под давлением	15—20 "

После установки плоскостных обшивок центроплан подают на той же тележке ко второму прессу для установки лобовой обшивки (фиг. 356).

На сварной станине пресса смонтированы все детали. Два симметрично установленных пневматических мешка для запрессовки лобовых



Фиг. 357. Схема пневматической запрессовки при установке лобовой обшивки на каркас центроплана.

1—лобовая обшивка; 2—прокладная сулага; 3—основной пневматический мешок; 4—лобовой пневматический мешок; 5—дюритовый шланг по усовому соединению; 6—прокладная сулага шланга; 7—пружины; 8—основная сулага.

обшивок по своей конструкции отличаются от прижимов пресса для плоскостных обшивок. В последних основные сулаги непосредственно дают на прокладные сулаги. В лобовом же прессе пневматический мешок проложен между основной и прокладной сулагами, как показано на фиг. 357.

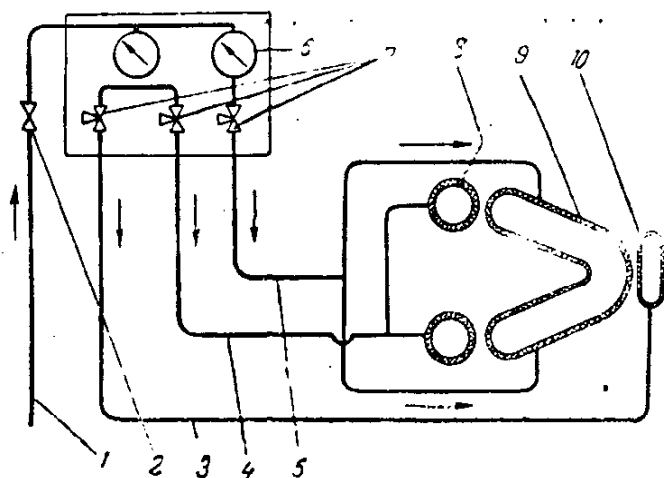
Резиновые полосы и фанерный трафарет каркаса смонтированы в прокладной сулаге.

Прижим такой конструкции обеспечивает более качественную запрессовку лобовой обшивки, которая вследствие своей сложной формы не может быть запрессована равномерно на выпуклых местах при непосредственном давлении основной сулаги на прокладную. Однако и в этом случае результаты получаются неудовлетворительными и при запрессовке лобовых обшивок одним пневматическим мешком получается непрочный по лобовому стрингеру. Для увеличения давления на лобовой стрингер прокладывают дополнительный узкий пневматический мешок.

По усовому соединению лобовой обшивки с плоскостной установлен специальный шланг, который обеспечивает равномерность запрес-

совки уса. На фиг. 358 приведена схема пневматической системы пресса и управления ею.

Запрессовка при установке лобовой обшивки к каркасу центроплана производится в следующей последовательности. Центроплан с прикрепленной лобовой обшивкой вкатывают на тележке в пресс и фиксируют по стыковым



Фиг. 358. Схема пневматической системы пресса для установки лобовой обшивки к каркасу центроплана.

1—подвод воздуха из магистрали; 2—перекрывной вентиль; 3—подводка воздуха в лобовой пневмомешок; 4—подводка воздуха в дюритовый шланг; 5—подводка воздуха в основной пневмомешок; 6—манометры; 7—трехходовые краны; 8—дюритовый шланг; 9—основной пневмомешок; 10—лобовой пневмомешок.

узлам лонжеронов фиксаторами (см. фиг. 356). Если центроплан трудно подвести к фиксаторам, то в центральной части пресса устанавливают винт с захватом, которым за передний лонжерон центроплана подводят к фиксаторам. После фиксации производят запрессовку.

Пневматическую систему пресса включают в следующей последовательности: сначала—лобовой пневматический мешок (фиг. 358), который своим давлением обеспечивает плотное прилегание обшивки к лобовому стрингеру; затем включают основной пневматический мешок и послед-

ним — шланг по усовому соединению. Режим приклейки лобовой обшивки такой же, как при установке плоскостных обшивок.

После установки обшивки центроплан поступает на агрегатные станки для разделки стыковых отверстий.

Разделка стыковых узлов центроплана

Стыковые узлы центроплана разделяют в агрегатном станке, в который его устанавливают краном. На фиг. 359 показан общий вид агрегатного станка с порталным краном для установки центроплана.

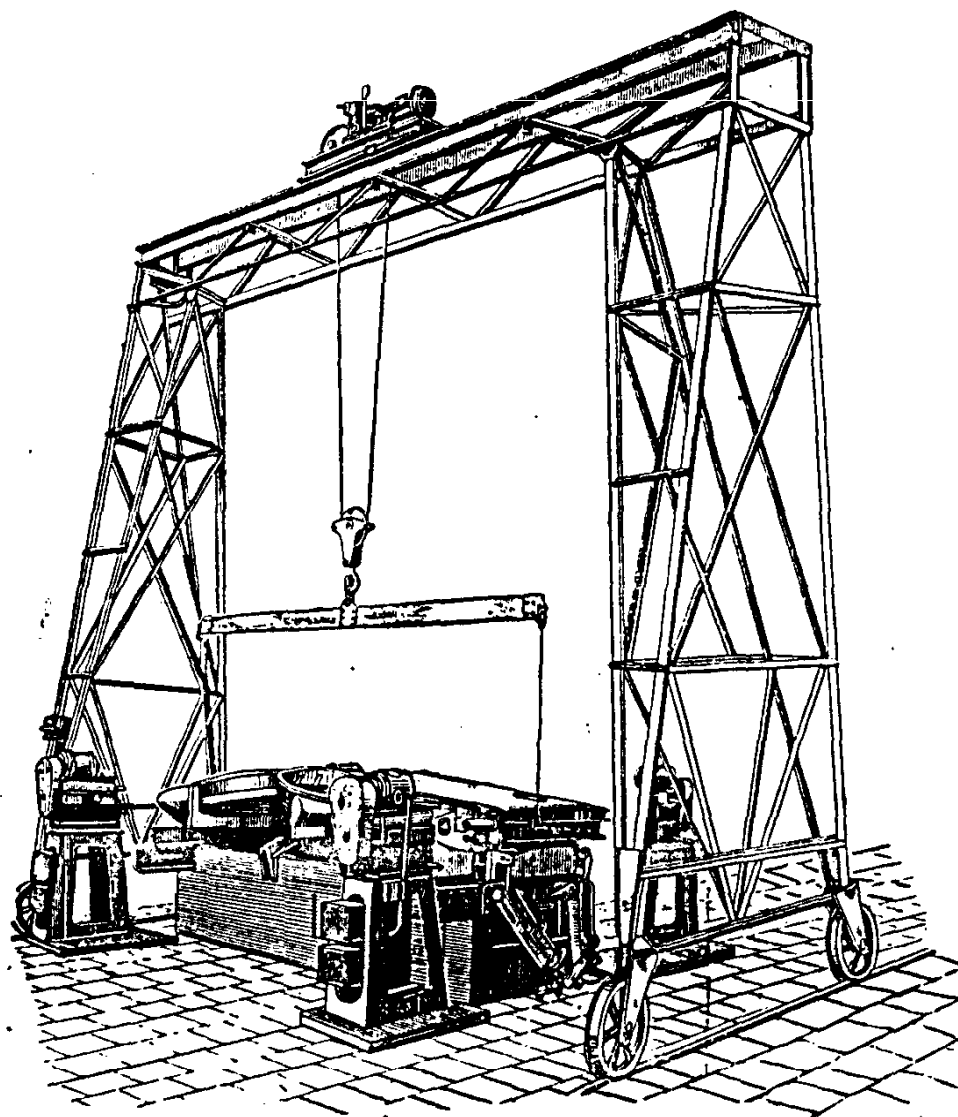
Агрегатный станок (фиг. 360) имеет сварную раму 1 прямоугольной формы, установленную на бетонном фундаменте. На раме станка укреплены четыре кондукторно-фиксаторных узла 2 по стыковым узлам центроплана с консолью, контрольные ложементы 3, два подвижных ложементы на домкратах 4, два задних 5 и два передних 6 кондукторно-фиксаторных узла по стыковым узлам центроплана с фюзеляжем, одношпиндельная сверлильная головка 7 и многошпиндельная сверлильная головка 8. На раме станка установлены четыре сверлильные двухшпиндельные головки 9 для обработки стыковых узлов центроплана с консолями. Каждая сверлильная головка установлена на литой станине 10 и состоит из электродвигателя 11 с редуктором 12 (набор зубчатых шестерен), двух горизонтальных шпинделей 13 и штурвала 14.

Электродвигатели устанавливают мощностью 0,5—1,0 квт при 1400—2000 об/мин. в зависимости от материала стыкового узла и диаметра стыкового отверстия.

Сверлильная головка для обработки задних стыковых узлов центроплана с фюзеляжем имеет обычно один шпиндель для сверловки сборочного отверстия. Шпиндель смонтирован вместе с редуктором и

электродвигателем на салазках, которые передвигаются по направляющим, жестко укрепленным на раме станка.

Передние стыковые узлы центроплана с фюзеляжем и моторной рамой обрабатываются многошпиндельной сверлильной головкой. Сверлят и развертывают стыковые отверстия в узлах центроплана через

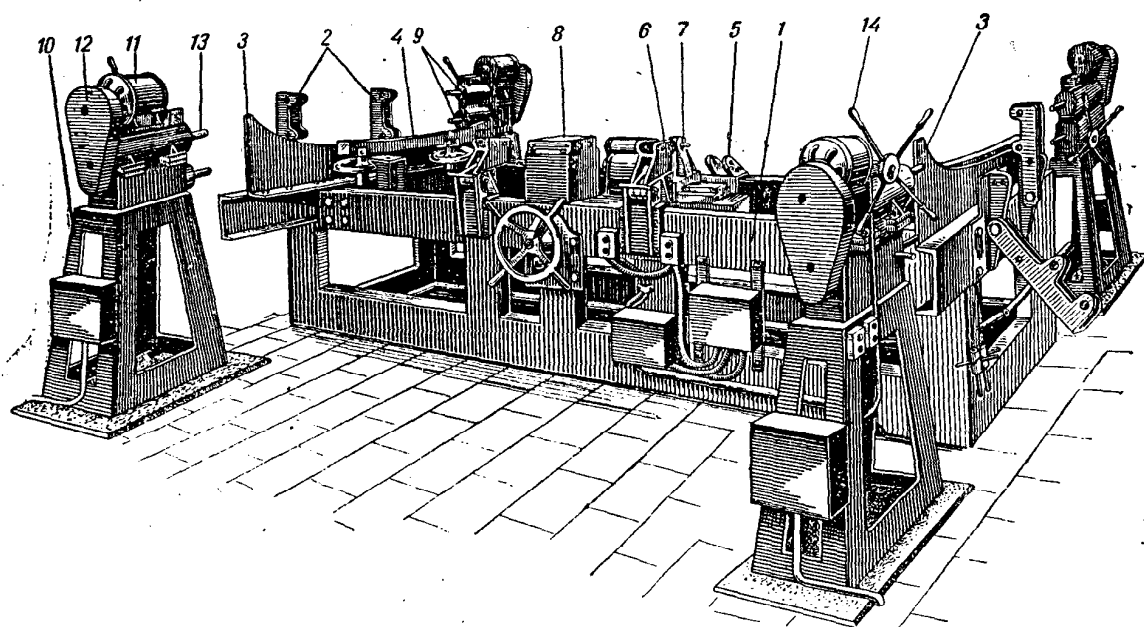


Фиг. 359. Общий вид агрегатно-разделочного станка центроплана с порталным краном.

накладные кондукторно-фиксаторные узлы, положение которых точно выверено по эталону центроплана.

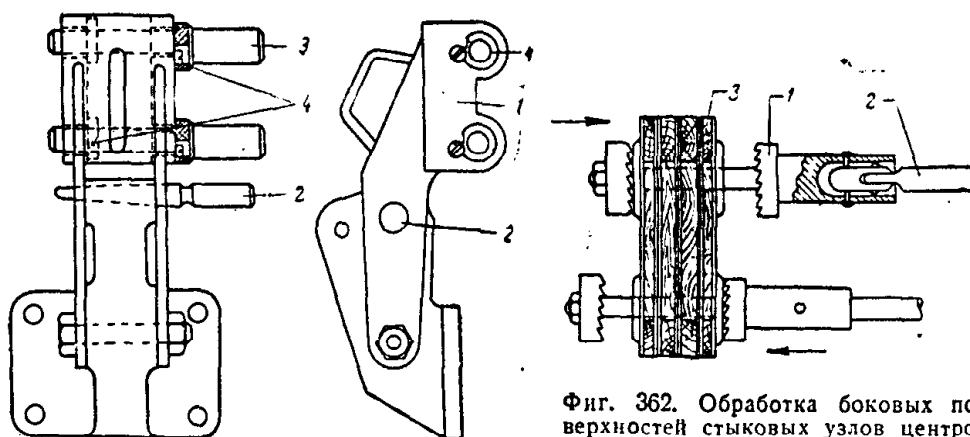
На фиг. 361 показан кондукторно-фиксаторный узел стыкового узла центроплана с консолью. Кондуктор 1 в рабочем положении фиксируют конусными штырями 2, а сам центроплан в кондукторе фиксируют цилиндрическими штырями 3 через переходные втулки 4. Переходные втулки служат направляющими режущему инструменту.

Стыковые отверстия разделяют в четыре прохода. В первый и второй проходы отверстия обрабатывают зенкерами, каждым снимая стружку 1 мм; в третий и четвертый проходы — специальными развертками. За оба эти прохода снимают стружку толщиной не более 0,6 мм. После третьего прохода (если предусмотрено технологией) обрабатывают боковые поверхности щеки стыковых узлов центроплана



Фиг. 360. Агрегатно-разделочный станок центроплана.

с фюзеляжем специальными шарошками (фиг. 362) с победитовыми пластинами. Хвостовик борштанги входит в предварительно обработанное отверстие узла и служит направляющей для шарошки. Шарошки закреплены шпонками на направляющем хвостовике борштанги, соединенной со шпинделем сверлильной головкой. Вращение от сверлильной головки к зенкерам и разверткам передается при помощи



Фиг. 361. Кондукторно-фиксаторный узел стыкового узла центроплана с консолью.

Фиг. 362. Обработка боковых поверхностей стыковых узлов центроплана с фюзеляжем.

1—шарошка; 2—хвостовики борштанги; 3—отверстие стыкового узла.

специальной державки с шарниром Гука, что исключает возможность образования эллипсности при развертке узлов. До обработки боковых поверхностей стыковых узлов центроплан в станке крепится переходными фиксаторами.

Работа на станке

Центроплан устанавливают в станке на подвижные ложементы, при помощи которых его регулируют по высоте относительно фиксаторов стыковых узлов и контрольных ложементов, а затем фиксируют штырями на переходные фиксаторы станка. Переходные фиксаторы до установки в них центроплана переводятся в рабочее положение и закрепляются конусными штырями. Центроплан в станке по переходным фиксаторам должен фиксироваться свободно. Зенкерами первого прохода через втулки переходных узлов разделяют стыковые отверстия центроплана с консолями. Перед обработкой стыкового отверстия фиксирующий штырь вынимают, а после обработки вставляют штырь следующего прохода. Одновременно обрабатывают два узла, расположенных по диагонали, а два других узла должны быть зафиксированы на все штыри во избежание перекоса центроплана. После предварительной зенковки стыковых отверстий переходные фиксаторы снимают и обрабатывают боковые плоскости стыковых узлов. Каждый обработанный узел по боковым плоскостям крепят в основном кондукторно-фиксаторном узле.

Правильность обработки боковых плоскостей проверяют калиброванными скобами, а положение их относительно осей лонжеронов — основными фиксаторами, которые необходимо устанавливать свободно. После крепления узлов в основных фиксаторах их обрабатывают по переходным втулкам до номинальных размеров.

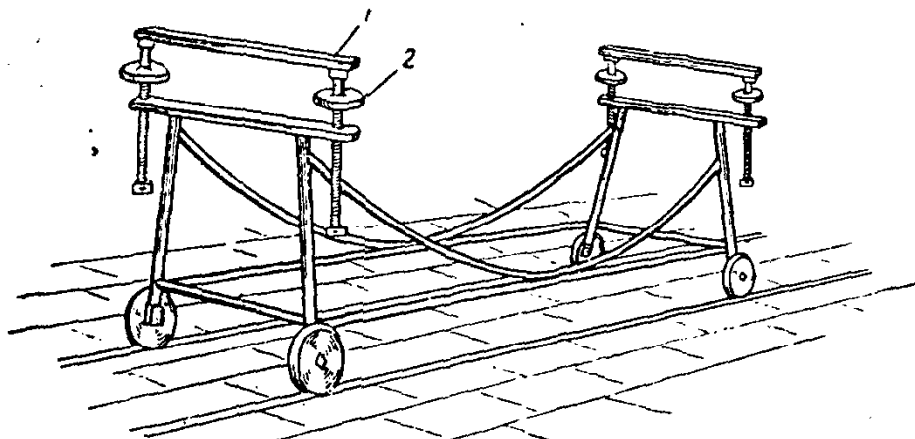
Размеры отверстий проверяют пробками-калибрами.

После разделки стыковых узлов центроплана с консолями центроплан фиксируют на все четыре основных фиксаторных узла, а затем раздельно фюзеляжные узлы аналогично описанным выше.

После окончания разделки стыковых узлов центроплан порталным краном вынимают из станка и подают на отделку.

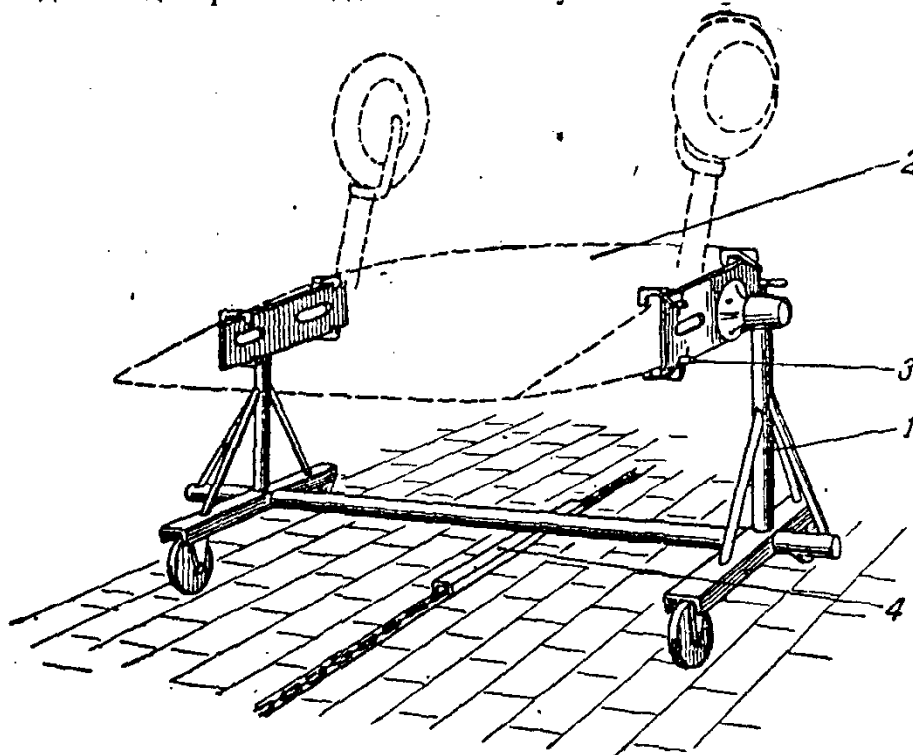
Отделка центроплана

Центроплан отделывается на специальной отделочной тележке (фиг. 363), на которой ложементы 1 установлены на винтовых опорах 2.



Фиг. 363. Отделочная тележка центроплана.

Такая тележка удобна в том случае, если по технологическому процессу отделки центроплан должен быть установлен в линию полета.



Фиг. 364. Отделочная тележка с фиксацией центроплана по стыковым узлам.
1—тележка; 2—центроплан; 3—крепление центроплана к тележке; 4—крепление тележки к цепи конвейера.

На фиг. 364 показана отделочная тележка, в которой центроплан фиксируют по стыковым узлам. Во время отделки он может быть установлен в любом положении, удобном для работы.

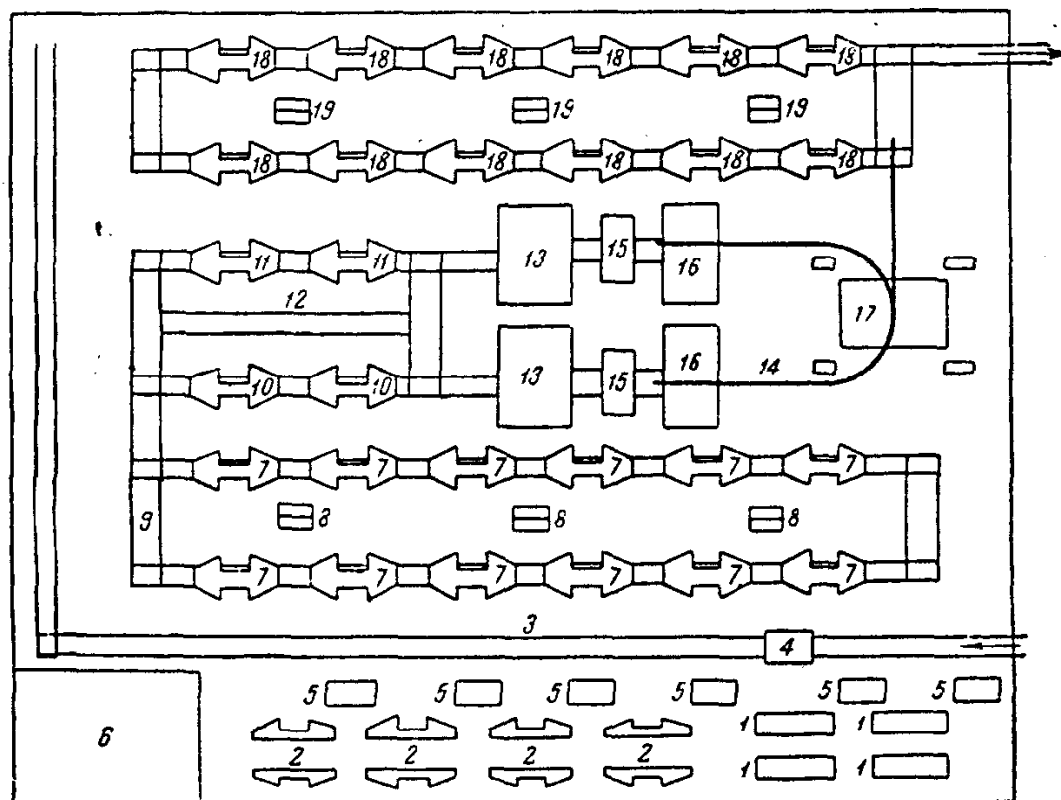
При отделке центроплана производят следующие работы: ремонтируют обнаруженные дефекты в обшивке, вырезают фальцы под смотровые лючки и устанавливают их, вырезают фальцы под ленты разбега, окончательно зачищают и отделывают установленную обшивку и пр.

Обшивку центроплана отделывают шлифовальной машинкой (см. фиг. 337).

После отделки центроплан поступает в цех лакокрасочных покрытий или на стыковку его с фюзеляжем.

Технологический процесс сборки центроплана

На фиг. 365 показана схема технологического процесса цеха сборки центроплана. Этот цех не является чисто агрегатным, так как в нем собираются также и узловые детали (лонжероны и отсеки).



Фиг. 365. Технологический поток сборки центроплана.

1—стапели для сборки лонжеронов с узлами; 2—стапели для сборки отсеков; 3—рельсовый путь; 4—тележка для подачи деталей; 5—стеллажи для деталей; 6—промежуточный склад; 7—передвижные стапели сборки каркасов; 8—стеллажи для деталей; 9—трансверсный путь; 10—станд для малковки каркасов; 11—станд подготовки к запрессовке; 12—рельсовый путь для возврата тележек; 13—пневматический пресс для приклейки плоскостной обшивки к каркасу; 14—монокорель; 15—подготовительный стандарт; 16—пневматический пресс для приклейки лобовой обшивки; 17—агрегатный разделочный стандарт; 18—отделочные тележки; 19—стеллажи для деталей.

Первый участок цеха не имеет поточного процесса. В неподвижных стапелях 1 собирают лонжероны центроплана с металлическими узлами. Затем лонжероны подают на рабочие места 2, где собирают сразу в одном приспособлении лобовые и хвостовые отсеки. На участке проложен рельсовый путь 3. Тележка 4 служит для подвозки деталей к местам приемки 5 для подачи собранных лонжеронов к рабочим местам сборки отсеков и для транспортирования готовых отсеков в промежуточный склад 6.

Для сборки центроплана организован поток, представляющий одну линию с разветвлением к параллельным стендам фанеровки центроплана.

Каркас центроплана собирают в передвижных стапелях 7. Детали подают в стеллажи 8; каждый из них обслуживает четыре стенда. Тележки возвращаются по траверсному пути 9. На стендах 10 каркас центроплана малкуют, а на стендах 11 — готовят к фанеровке. На этих стендах поток разветвляется на две линии. Работа линий идет со сдвигом во времени на величину ритма. Рельсовый путь 12 служит для возврата тележек. Центропланы запрессовывают в прессах 13. По окончании запрессовки их выкатывают из пресса с обратной стороны по монорельсу 14, устанавливают на стендах 15 и готовят к фанеровке лобовых обшивок. В прессах 16 приклеивают обшивки. Фанерованные центропланы по монорельсу подают в разделочный станок 17 и после разделки стыковых отверстий — на линию отделочных тележек 18. В стеллажах 19 хранятся детали, необходимые для работы четырех стендов.

3. СБОРКА КОНСОЛИ КРЫЛА

Сборка каркаса

Каркас консоли крыла с разъемными нервюрами собирают по двум вариантам технологического процесса подобно сборке каркаса центроплана.

Первый вариант

- а) Сборка в стапеле носовых отсеков.
- б) Сборка в стапеле хвостовых отсеков.
- в) Сборка в стапеле средних отсеков.
- г) Установка лонжеронов консоли в стапель общей сборки.
- д) Установка собранных отсеков в стапель общей сборки и крепление их к лонжеронам.

Второй вариант

- а) Сборка средних частей нервюр вместе с лонжеронами в стапеле общей сборки.
- б) Сборка в отдельном стапеле носовых отсеков.
- в) Сборка в отдельном стапеле хвостовых отсеков.
- г) Установка в стапель общей сборки носовых и хвостовых отсеков и крепление их к лонжеронам.

В зависимости от конструкции консоли применяют и другие варианты технологического процесса, мало чем отличающиеся от описанных выше.

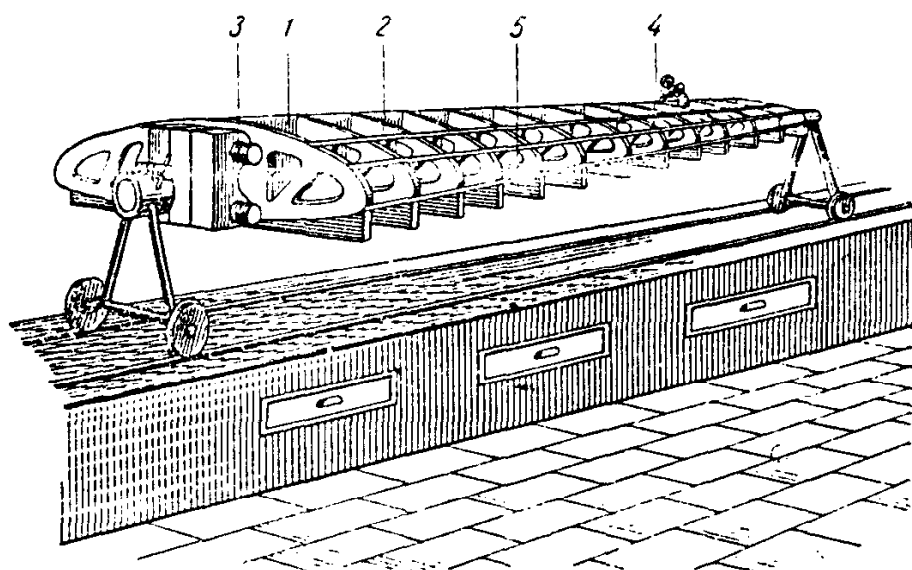
Стапели сборки отсеков консоли без лонжеронов аналогичны стапелю сборки отсеков центроплана (см. фиг. 347). Каждая секция такого стапеля рассчитана на сборку отсеков правой и левой консолей (комплекта на машину).

Отсеки с лонжеронами собирают в стапеле (фиг. 366). Заложенный в стапель лонжерон фиксируют на одно верхнее стыковое отверстие и консольной частью в ложементе, показанном на фиг. 367. Такая фиксация особенно желательна для лонжеронов с неразделанными до номинального размера стыковыми отверстиями, так как она независимо от точности расположения стыковых отверстий обеспечивает правильность установки отсека на лонжероне относительно его наружного контура.

Нервюры устанавливают по ложементам стапеля, затем их крепят к лонжерону и врезают стрингеры. Если по конструкции на стрингеры

должны быть установлены выравнивающие накладки, то их запрессовывают эксцентриковыми прижимами (фиг. 368).

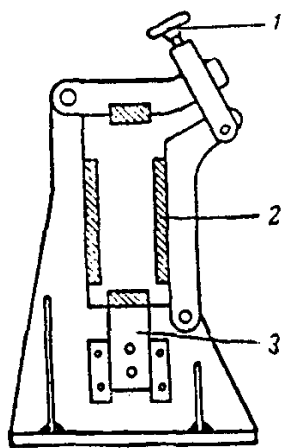
Собранные отсеки закладывают в стапель общей сборки каркаса (фиг. 369). Стапель делают из нормализованных деталей, что обеспечивает минимальные затраты на его изготовление. По конструкции



Фиг. 366. Стапель сборки отсеков с лонжеронами консоли крыла.

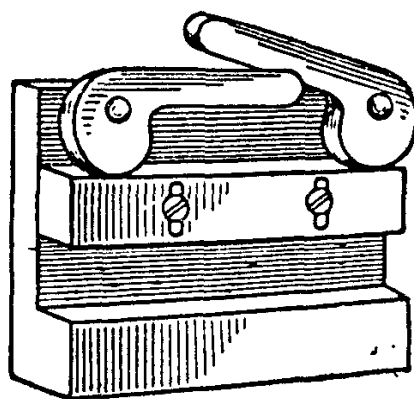
1—лонжерон; 2—носки нервюр; 3—фиксатор лонжерона; 4—ложемент лонжерона; 5—ложементы носков нервюр.

он подобен стапелю общей сборки центроплана. Две опорные фермы поставлены на колеса, опирающиеся на рельсы. На фермах шарнирно укреплен рама из двух нормализованных труб. Шарнирное крепление рамы с фермами позволяет при помощи червяка и шестерни поворачивать ее с зафиксированным каркасом на 360° . Фиксаторы стыковых



Фиг. 367. Ложемент лонжерона.

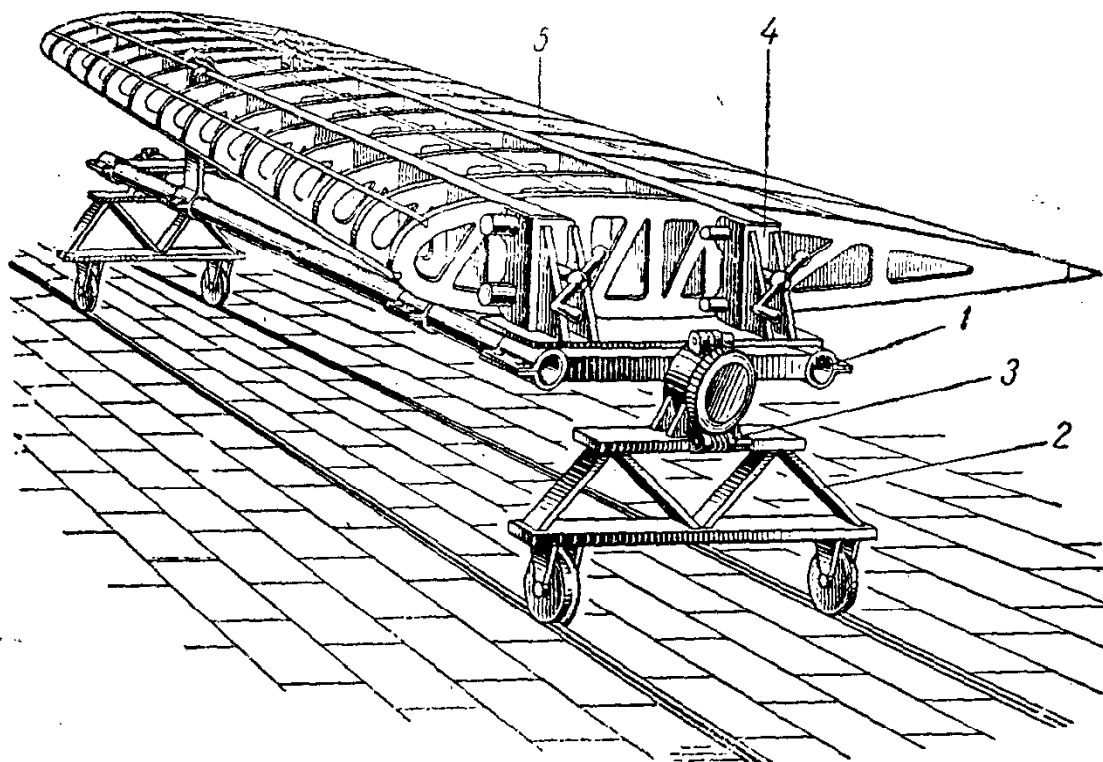
1—винтовой прижим; 2—боковые прокладки; 3—нижняя прокладка (устанавливается по макету).



Фиг. 368. Эксцентриковые прижимы для выравнивающих накладок стрингера.

узлов лонжеронов точно такие же, как и на стапеле сборки центроплана. Все остальные фиксаторы укреплены на трубах при помощи хомутов, обеспечивающих необходимую жесткость их установки при наладке стапеля. Стапель имеет болтовые соединения, что дает возможность использовать его для сборки консолей и других конструкций.

Собранные отсеки с лонжеронами закладывают в стапель общей сборки с фиксацией их по верхним стыковым отверстиям, а в консольной части в ложементах, как и при сборке отсеков. Средние части нервюр устанавливают отдельно или собранными предварительно в

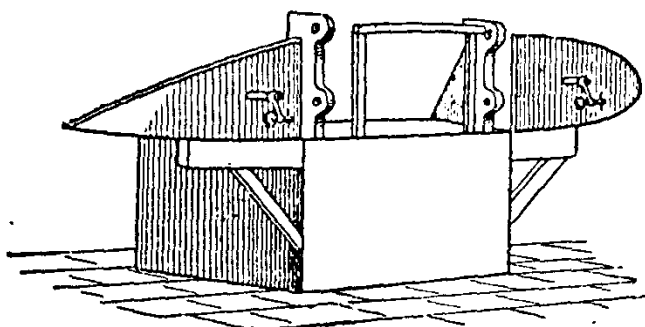


Фиг. 369. Стапель общей сборки каркаса консоли крыла.

1—рама стапеля; 2—опорные фермы; 3—червяк с шестерней; 4—фиксатор; стыковых узлов; 5—каркас консоли крыла.

отсек. Для контроля монтажа средних частей нервюр в стапеле имеются ложементы; их устанавливают также и по сборочным отверстиям в нервюрах.

Каркас консоли крыла с неразъемными нервюрами и первой разъемной клепаной нервюрой собирают в следующей последовательности в двух стапелях.

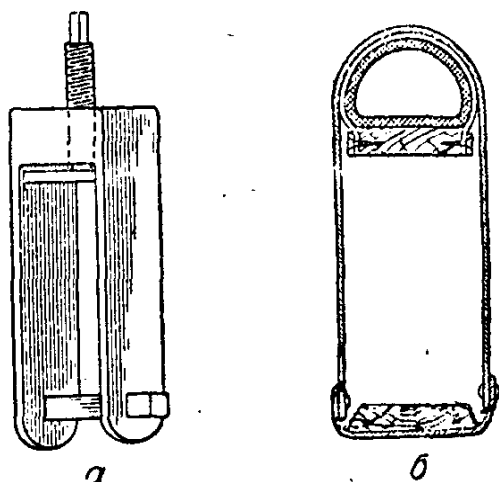


Фиг. 370. Стапель предварительной сборки каркаса консоли крыла с неразъемными нервюрами.

В первом стапеле (фиг. 370) к зафиксированным лонжеронам по стыковым узлам приклепывают разъемную нервюру и устанавливают все остальные нервюры на лонжероны без крепления. Лонжероны укреплены консольно, что создает удобства для предварительной установки нервюр. Окончательно же крепят нервюры и собирают каркас в стапеле общей

сборки (см. фиг. 369). Лонжероны фиксируют только по верхним стыковым отверстиям и крепят в ложементах консоли лонжерона. Окончательно устанавливают нервюры по размаху консоли крыла по «гребенке», которая представляет собой рейку, по длине равную лонжерону с прорезями, точно соответствующими положению нервюр на

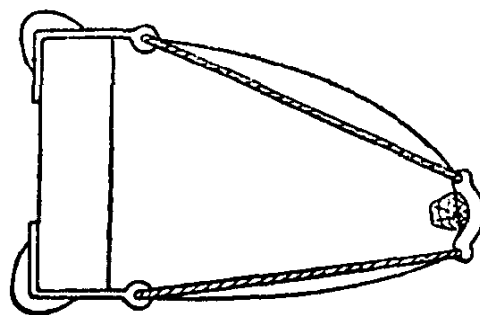
лонжероне. Гребенку фиксируют на стыковые узлы. Нервюры крепят к лонжеронам угольниками на клею и гвоздях. Затем на полки лонжеронов ставят выравнивающие накладки, способы запрессовки которых показаны на фиг. 371. Стрингеры устанавливают в заранее выбранные гнезда, а выравнивающие накладки на стрингеры запрессовывают так же, как в каркасе с разъемными нервюрами. Для запрессовки лобового стрингера применяют простой и удобный резиновый прижим (фиг. 372).



Фиг. 371. Способы запрессовки выравнивающих накладок при установке их на лонжероны:

а—винтовая запрессовка; б—пневматическая.

Последующая технология изготовления консолей с разъемными и неразъемными нервюрами одинакова.



Фиг. 372. Резиновый прижим для запрессовки лобового стрингера консоли крыла.

Окончательно собранный каркас, не вынимая из стапеля общей сборки, малкуют (если он был собран из нервюры с припуском на малковку).

В производстве широко применяют выборочную малковку.

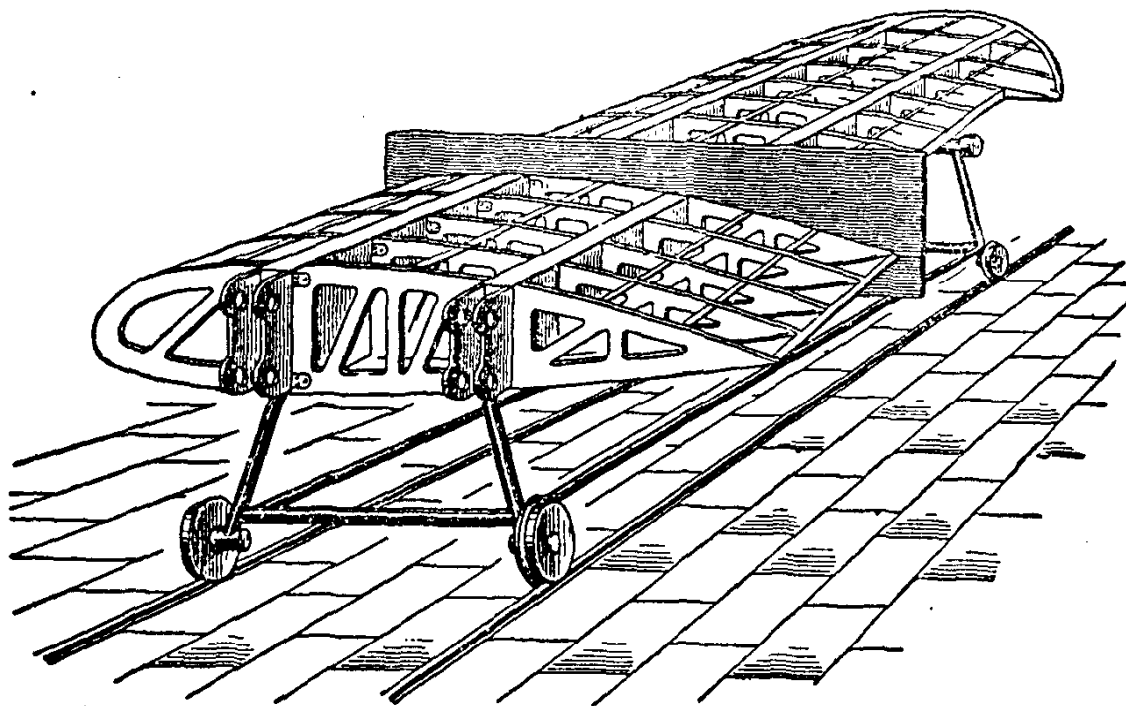
При выборочной малковке в окончательный размер обрабатывают только те нервюры, отмалкованная поверхность которых служит базой для окончательной малковки всей плоскости каркаса. Базовыми обычно являются крайние нервюры и нервюры, расположенные в местах изменения поверхностей консоли (при переходе прямолинейного участка в криволинейный).

Качество малковки проверяют малковочными шаблонами. Каждый шаблон фиксируется на специальные опоры, установленные на трубе рамы стапеля. Малковочные шаблоны устанавливают на опоры потому, что отмалкованная поверхность каркаса должна занимать определенное положение относительно строительной горизонтали всей консоли.

После выборочной малковки каркас консоли вынимают из стапеля и полностью малкуют его на специальном рабочем месте или на отделочной тележке. Участки поверхности каркаса, образованные прямой линией, малкуют под линейку до полного совпадения всех нервюр с отмалкованными нервюрами в стапеле. Противоположную плоскость консоли малкуют по обхватывающим шаблонам (фиг. 373), которые одной частью опираются на ту часть нервюры, которая отмалкована в стапеле. Нервюры второй стороны каркаса малкуют также по контрольной линейке и шаблонам.

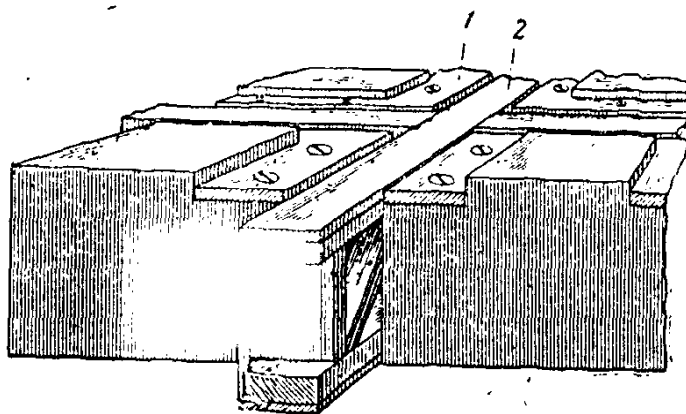
Каркас консоли малкуют и в приспособлениях по направляющим (фиг. 374). При закладке в приспособление каркас своими лонжеронами, нервюрами и стрингерами располагается между направляющими, как показано на фиг. 374. Малковку ведут ручным или электрифицированным рубанком, специально приспособленным для строжки по направляющим. Этот способ малковки каркаса консоли крыла не по-

лучил распространения в производстве, так как на каждый комплект консолей при их малковке с обеих сторон требуется четыре громоздких приспособления, а малковка по направляющим от рабочего требует навыка.



Фиг. 373. Обхватывающий шаблон для малковки каркаса крыла.

В отмалкованном каркасе устанавливают электропроводку сигнализации, тяги элеронов, металлические и другие детали.



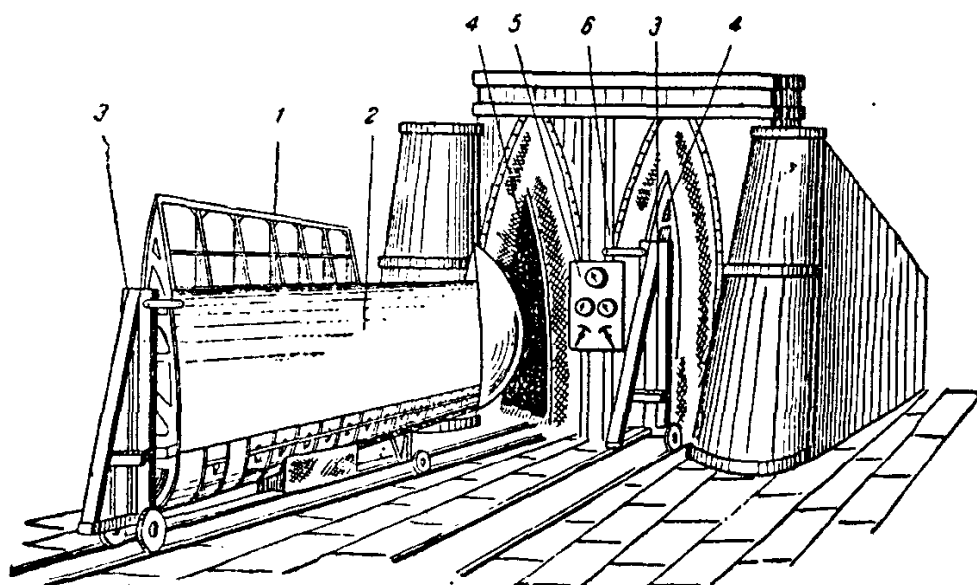
Фиг. 374. Часть приспособления для малковки каркаса консоли крыла по направляющим.

1—направляющие; 2—каркас консоли крыла.

Установка обшивки на каркас

После малковки и выполнения внутренних монтажных работ каркас консоли поступает на установку обшивки на консоль крыла. Обшивку устанавливают в два приема: сначала — плоскостную, а затем — лобовую.

Плоскостную обшивку устанавливают в пневматическом прессе (фиг. 375). Пресс рассчитан на одновременную запрессовку комплекта

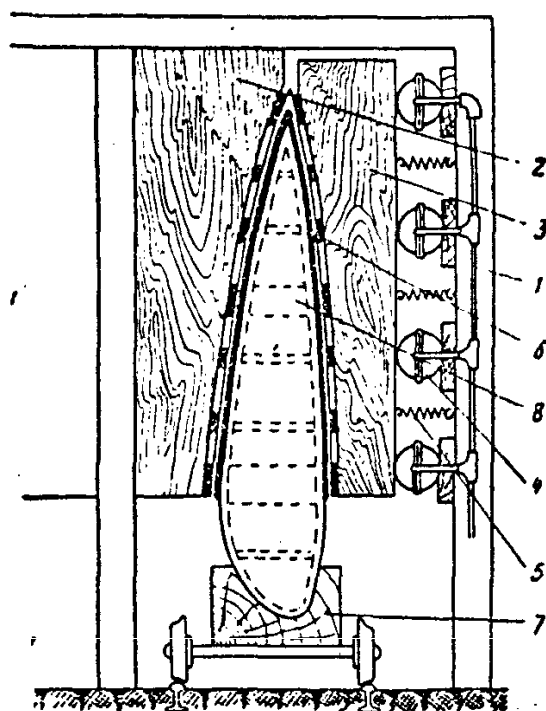


Фиг. 375. Пневматический пресс для установки плоскостной обшивки на каркас консоли.

—1—консоль крыла; 2—обшивка консоли крыла; 3—тележка; 4—секция пресса; 5—пульт управления; 6—штырь.

консолей и состоит из двух одинаковых секций (фиг. 376), в которых можно запрессовывать консоли одновременно или раздельно.

На сварной раме пресса укреплены две сулаги, одна — неподвижная, а другая перемещается под действием дюритовых шлангов и пружин, помещенных между подвижной сулагой и стойками рамы. Дюритовые шланги служат для запрессовки установленной в секцию консоли крыла, а прижимы — для оттяжки сулаги в исходное положение после запрессовки. На рабочих плоскостях обеих сулаг укреплены резиновые полосы и установлены прокладные сулаги с электрическим подогревом. Консоль устанавливают в пресс на тележке (см. фиг. 375), передвигающейся по рельсам. Консоль устанавливают в вертикальное положение на носки нервюр и крепят по стыковым узлам и на дополнительную опору под консольную часть. В рабочем положении тележку с консолью фиксируют штырем для обеспечения определенного положения консоли относительно сулаг, что обеспечивает при исправных су-

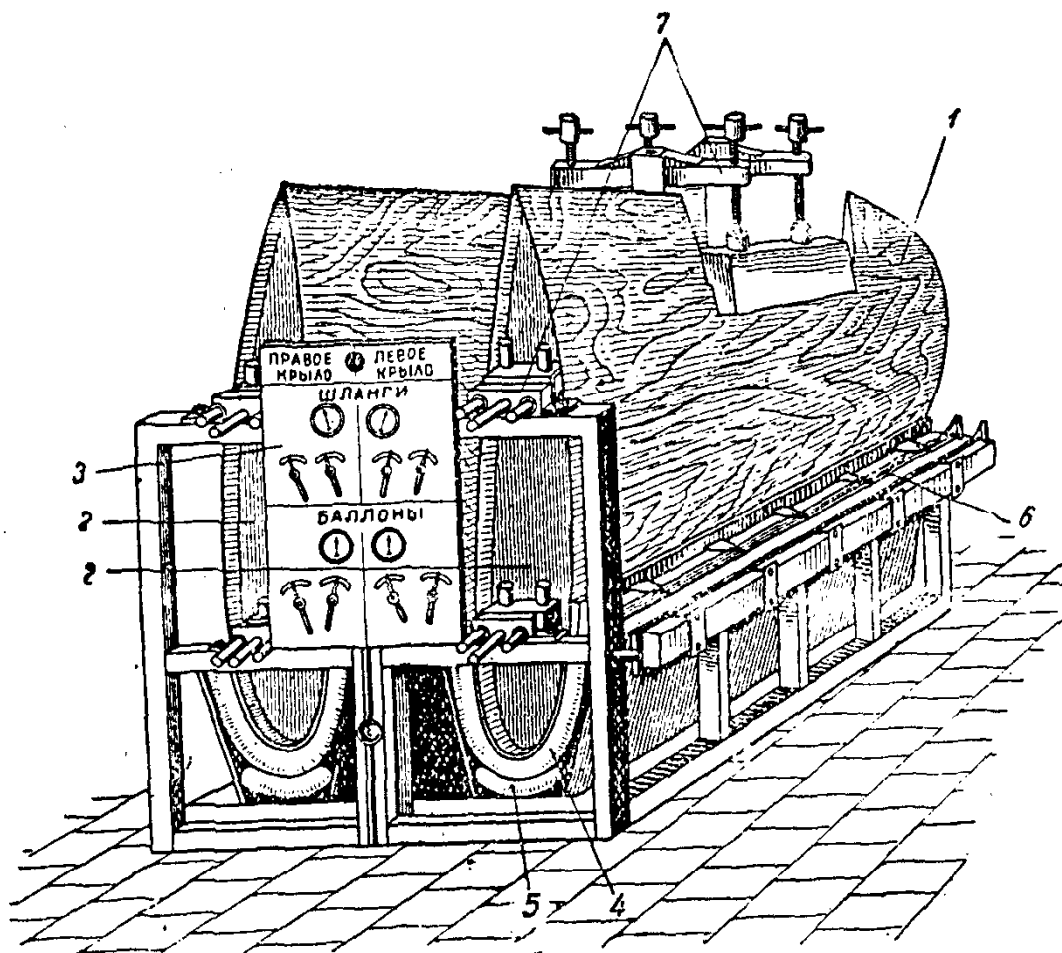


Фиг. 376. Секция пневматического пресса для установки плоскостной обшивки консоли крыла.

1—рама пресса; 2—неподвижная сулага; 3—подвижная сулага; 4—дюритовые шланги; 5—пружины; 6—резиновые полосы; 7—тележка; 8—консоль крыла.

лагах и соответствующем давлении качественное приклеивание обшивки к каркасу.

Работу на прессе ведут в следующей последовательности. На специальном рабочем месте наносят клей одновременно на каркас консоли и на обшивку. Каждая из половинок обшивки должна быть застрогана на-ус по кромке, укладываемой на передний лонжерон для приклейки лобовой обшивки.



Фиг. 377. Пневматический пресс для установки лобовой обшивки на каркасе консоли крыла.

1—консоль крыла; 2—секции пресса; 3—пульт управления; 4—основной пневматический мешок; 5—лобовой пневматический мешок; 6—дюритовый шланг; 7—фиксаторы крепления консоли крыла в прессе.

Клей на обшивку наносят одним из следующих способов:

1. По разметке. В этом случае листы обшивки для фанеровки крыла подают предварительно залакированными по трафарету.

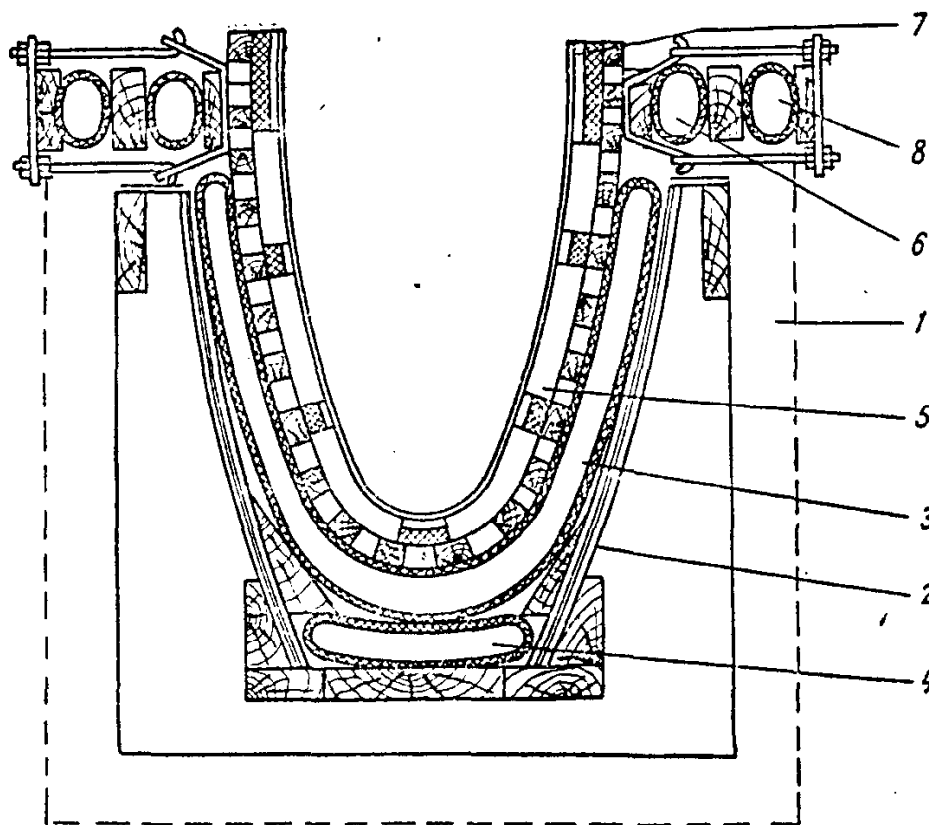
2. Наносят смоляной клей сплошь на всю обшивку. Такая приклейка обшивки к каркасу дает хороший результат, но требует повышенного расхода клея и увеличивает вес агрегата.

3. Наносят смоляной клей вязкостью 20—30° ФЭ сплошь на всю обшивку, а смоляной клей вязкостью 40—90° ФЭ на каркас. В этом случае одновременно с фанеровкой консоли крыла консервируют внутреннюю сторону обшивки. Консоль фанеруют в один или два приема.

Одновременная фанеровка плоскостей консоли затрудняет проверку качества приклейки и рекомендуется только при точно налаженных прессах и отработанной технологии. Для улучшения контроля приклейки обшивку следует устанавливать в два приема: сначала верхнюю, затем нижнюю.

Лобовую обшивку на каркас консоли устанавливают в прессе (фиг. 377), который состоит из двух совершенно одинаковых секций, рассчитанных на запрессовку комплекта консолей. Разрез одной из секций показан на фиг. 378. В сварной раме жестко установлена сулага, в которой проложены два пневматических мешка. Верхний мешок охватывает лобовую обшивку до усового соединения ее с плоскостной обшивкой, а нижний узкий мешок проложен по лобовому стрингеру.

Дополнительную запрессовку обшивки по лобовому стрингеру вводят для того, чтобы избежать частый непрочлей в этом месте при запрессовке обшивки одним мешком по лобовой части. Узкий мешок,



Фиг. 378. Секция пневматического пресса для установки лобовой обшивки к каркасу консоли крыла.

1—рама пресса; 2—основная сулага; 3—основной пневматический мешок (верхний); 4—лобовой пневматический мешок; 5—прокладная сулага; 6—дюритовый шланг; 7—прокладная сулага дюритового шланга; 8—шланг для обратной оттяжки прокладной сулаг.

создавая добавочное давление, обеспечивает равномерность запрессовки. Суммарное давление обоих мешков на запрессовываемую обшивку передается через прокладную сулагу с резиновыми прокладками и электроподогревом. Усовое соединение лобовой обшивки с плоскостной запрессовывают дюритовыми шлангами через прокладную сулагу. Обратно отводят сулагу после запрессовки шлангом.

При установке лобовой обшивки на каркас клей наносят так же, как при плоскостных обшивках.

При закреплении обшивки на каркас необходимо следить за тем, чтобы она точно совпадала с усом плоскостной обшивки. Лобовую обшивку на каркас консоли запрессовывают в следующей последовательности: сначала включают узкий пневматический мешок по лобовому стрингеру, затем основной пневматический мешок и последними запрессовывают усовые соединения.

Управление всей пневматической и электрической проводкой пресса смонтировано на одном пульте.

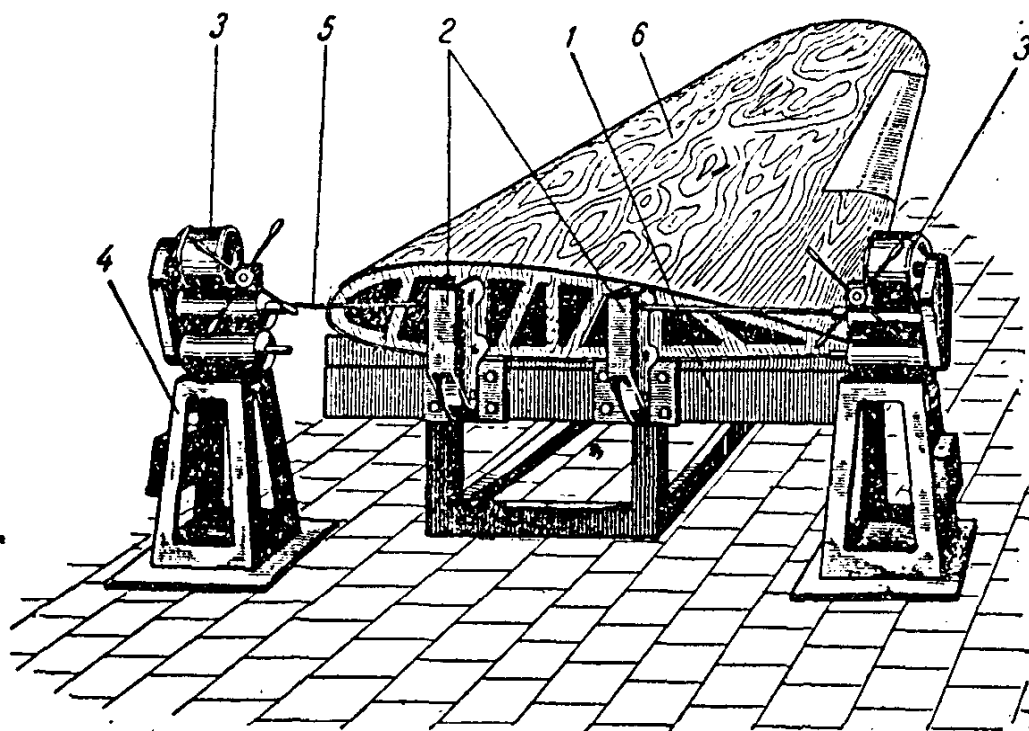
Заложенную в пресс консоль фиксируют по стыковым узлам консоли с центропланом и консоли с элероном. Такая фиксация обеспечивает полную жесткость установки консоли в прессе.

Консоль с участка установки обшивки поступает на отделку. Там вырезают лючки в обшивке и устанавливают крышки на них, вырезают фальцы под ленту щели, зачищают и шлифуют обшивки.

После отделки консоль поступает на агрегатный станок для разделки стыковых отверстий консоли с центропланом.

Разделка стыковых отверстий

Поскольку консоли изготавливаются комплектно, то и станки для разделки стыковых отверстий в консолях устанавливают комплектно для правой и левой консолей, одинаковых по конструкции.



Фиг. 379. Агрегатно-разделочный станок консоли крыла.

1—рама пресса; 2—фиксаторно-кондукторные узлы по стыковым узлам; 3—сверлильные головки с электродвигателями; 4—станины для сверлильных головок; 5—борштанга; 6—консоль крыла.

На фиг. 379 показан агрегатный станок для разделки стыковых отверстий консоли крыла. Основные детали станка следующие: сварная рама из швеллеров, два фиксаторно-кондукторных узла и сверлильные головки с электродвигателями, установленные на отдельных литых станинах. Рама станка служит для установки в ней консоли. Инструмент и переходы при разделке стыковых узлов консоли точно такие же, как и в случае разделки стыковых узлов центроплана. Разделка производится по одному стыковому отверстию; после его фиксации переходят к разделке следующего отверстия. Такая разделка предотвращает появление перекосов в стыковых узлах.

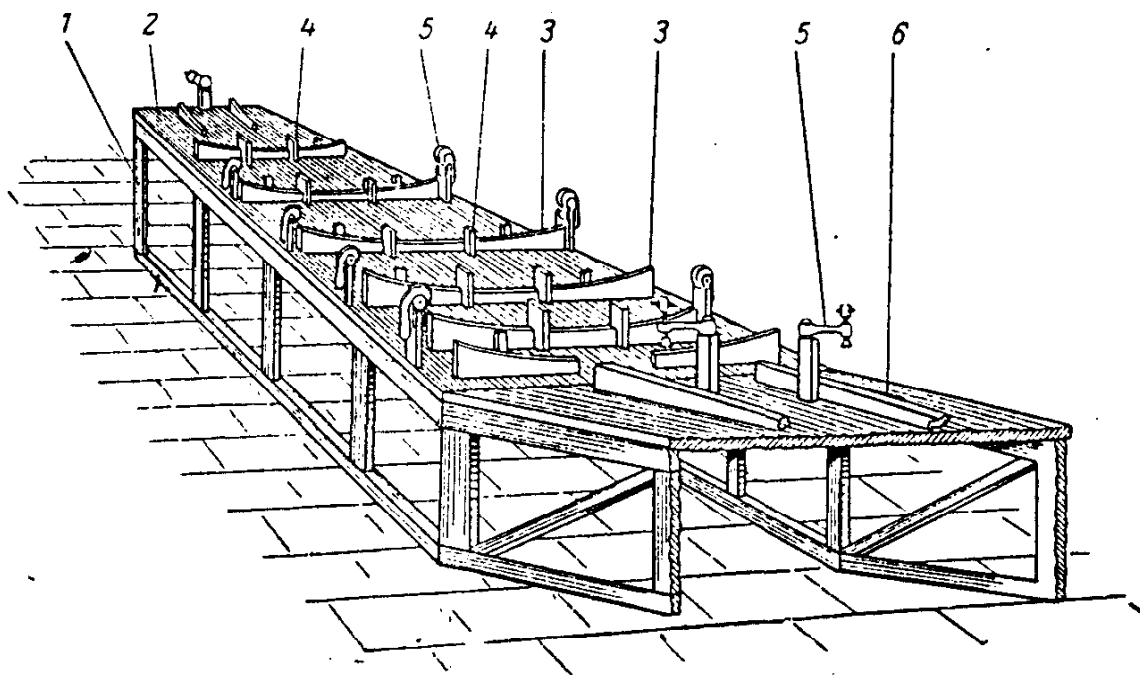
4. СБОРКА НЕРАЗЪЕМНОГО КРЫЛА

Каркас неразъемного крыла вследствие его громоздкости для облегчения и ускорения работы собирают только по отсекам. В период освоения неразъемное крыло иногда собирают последовательно в одном стапеле общей сборки.

В стапеле сборку отсеков проводят в полной аналогии со сборкой отсеков (без лонжеронов) каркаса разъемного крыла и центроплана. Стапели общей сборки вследствие больших габаритных размеров делают стационарными (фиг. 380).

В стапеле на сварной раме установлен деревянный настил, на котором расположены все ложементы, фиксаторы и прижимы.

Точность положения деталей в вертикальном направлении при сборке каркаса фиксируют ложементами. Для нервюр все ложементы обработаны по поперечным шаблонам и при установке согласованы



Фиг. 380. Стационарный стапель общей сборки каркаса неразъемного крыла (условно показана половина стапеля).

1—рама стапеля; 2—деревянный настил; 3—ложементы нервюр; 4—фиксаторы; 5—прижимы; 6—ложементы лонжеронов.

между собой по продольным шаблонам крыла. Ложементы лонжеронов, состоящие из отдельных опорных площадок, обрабатываются на участках, совпадающих с ложементами нервюр, а все остальные ложементы лонжерона одновременно подгоняются по продольному шаблону лонжерона. Каждую деталь, поставленную в стапель, крепят винтовыми и эксцентриковыми прижимами.

Собирать каркас крыла начинают с установки лонжеронов и их крепления зажимами. К закрепленным лонжеронам устанавливают и крепят отсеки собранных средних частей нервюр. После этого устанавливают носовые и хвостовые отсеки, фиксируя их на ложементах эксцентриковыми зажимами.

При креплении нервюр к лонжеронам металлическими угольниками каркас крыла собирают по сборочным отверстиям, которые заранее высверливают в нервюрах и угольниках на лонжеронах.

При сборке каркаса из немалкованных нервюр производят выборочную малковку точно так же, как и при малковке консоли крыла. Ввиду отсутствия нервюр разбега малковка неразъемного крыла упрощается, так как исключается необходимость применять торцевые макеты консоли для их малковки и контроля.

После малковки каркас крыла поступает на специальное рабочее место для внутреннего монтажа, предусмотренного технологией.

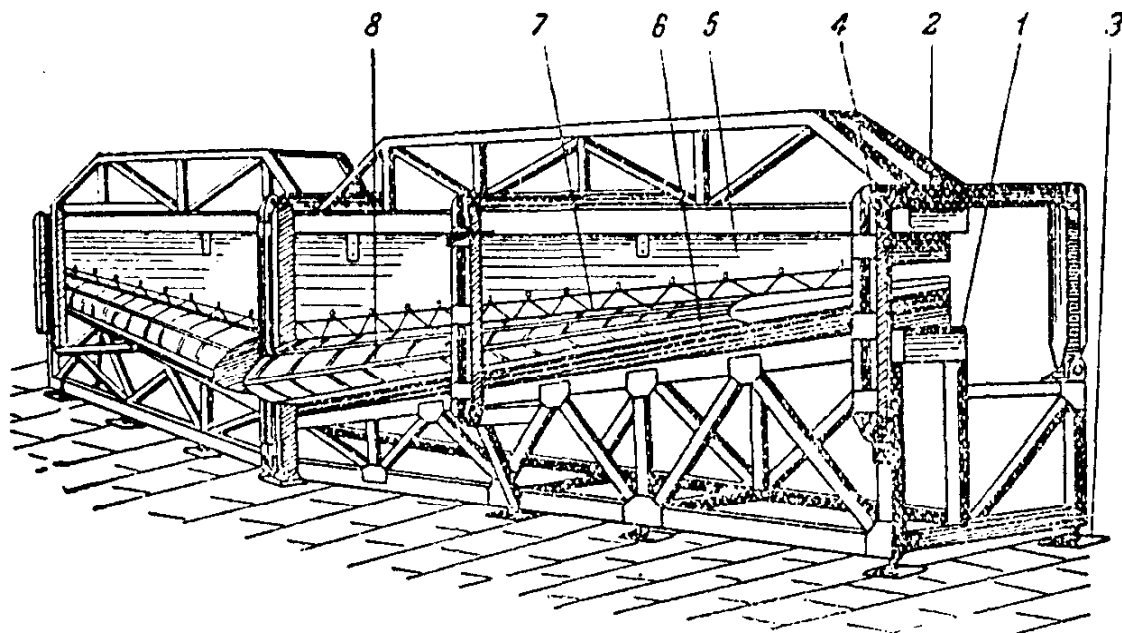
Отмалкованный каркас с установленной внутренней проводкой и управлением поступает для установки обшивки на каркас.

Установка обшивки на каркас неразъемного крыла

Обшивку устанавливают в три приема: сначала верхнюю плоскостную, затем нижнюю плоскостную и после этого лобовую. Все три операции производятся пневматическими прессами.

На фиг. 381 показан общий вид пресса для установки верхней плоскостной обшивки. Основой пресса служит станина ферменной конструкции, состоящая из нижней и верхней частей.

Нижняя часть — основание пресса — установлена на фундаментных домкратах. Верхняя часть станины скреплена с нижней шарниром



Фиг. 381. Пневматический пресс для установки верхней плоскостной обшивки на каркас неразъемного крыла.

1—нижняя станина; 2—верхняя станина; 3—фундаментные домкраты; 4—откидные замки; 5—верхняя сулага; 6—нижняя сулага; 7—секционный пневматический мешок; 8—крыло.

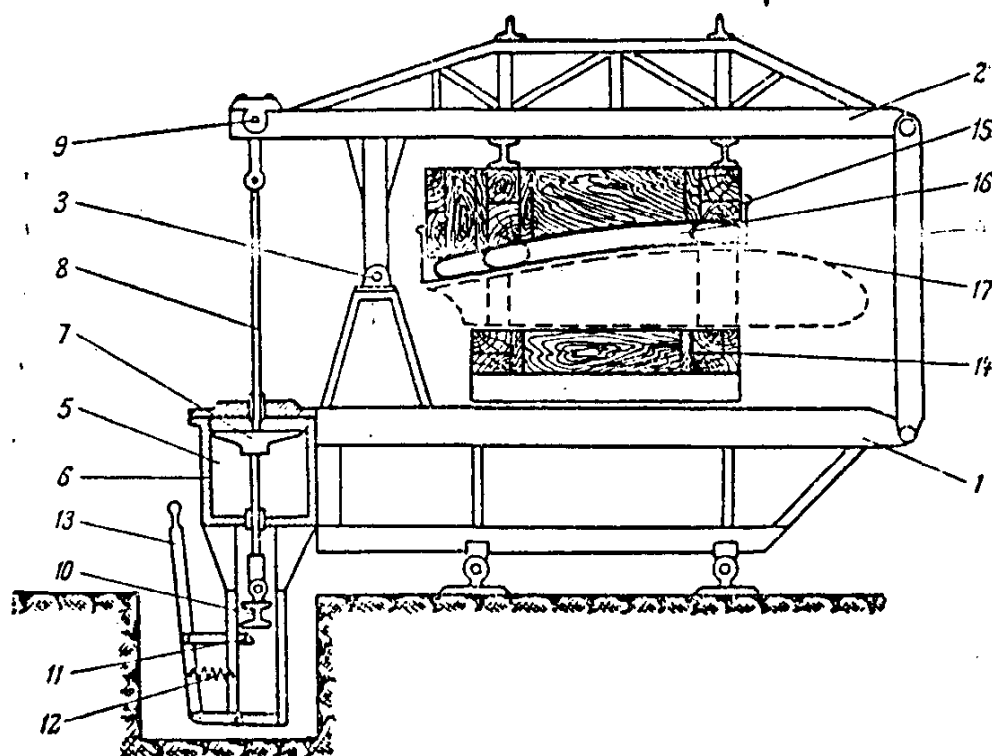
(фиг. 382), а в рабочем положении закрепляется откидным замком. В момент загрузки крыла в пресс верхняя часть поднимается на шарнирах пневматическим подъемником, обеспечивающим плавное открытие и закрытие верхней части.

Подъемник устроен следующим образом. В цилиндре перемещается поршень, жестко соединенный со штоком. Верхний конец штока 8 шарнирно соединен с верхней частью пресса, а нижним — с замком 10, запирающим верхнюю часть пресса в нерабочем положении. При движении поршня 7 вниз замок подходит к запорам 11, шарнирно соединенным между собой, разводит их в стороны и растягивает пружину 12, которая, после того как замок 10 пройдет запоры 11, возвращает их в первоначальное положение. Запоры клиновидной формы с горизонтально расположенной нижней кромкой. Они удерживают через шток верхнюю часть пресса в поднятом состоянии.

Для открытия замка запоры рукояткой разводят в сторону, и вся шарнирно соединенная система под действием веса верхней части пресса поворачивается около оси и возвращается в рабочее положение. Плавность подъема и опускания верхней части пресса обеспечивается тем, что в рабочие полости цилиндра пускается сжатый воздух.

К верхней и нижней частям станины прикреплены сулаги, между которыми запрессовывают крыло. Нижняя сулага служит опорой крыла и установлена жестко на нижней части станины. Для предохра-

ния каркаса крыла от поломок при запрессовке нижняя сулага обита губчатой резиной, на которую устанавливается крыло. Верхняя сулага, расположенная на верхней части станины пресса, является рабочей

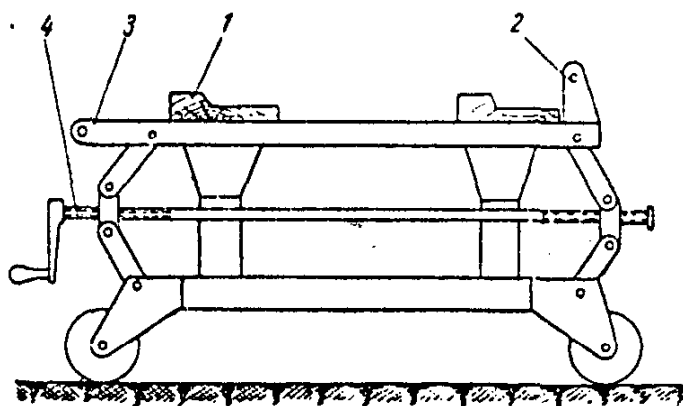


Фиг. 382. Поперечный разрез пневматического пресса для установки верхней плоскостной обшивки на каркас неразъемного крыла.

1—нижняя станина; 2—верхняя станина; 3—шарнир, скрепляющий станины пресса; 4—откидной замок; 5—пневматический подъемник; 6—цилиндр; 7—поршень подъемника; 8—шток; 9—шарнирное соединение штока с верхней частью пресса; 10—замок; 11—запор; 12—пружина; 13—рукоятка; 14—нижняя сулага; 15—верхняя сулага; 16—секционный пневматический мешок; 17—прокладная сулага.

сулагой, на ней укреплен секционный пневматический мешок, которым запрессовывают крыло. Мешок прикреплен к сулаге амортизационным шнуром, пропущенным через ушки на мешке и отверстия в сулаге. Между крылом и мешком установлена прокладная сулага, соединенная с основной. Общая конструкция прижима и прокладной сулаги подобна описанным выше.

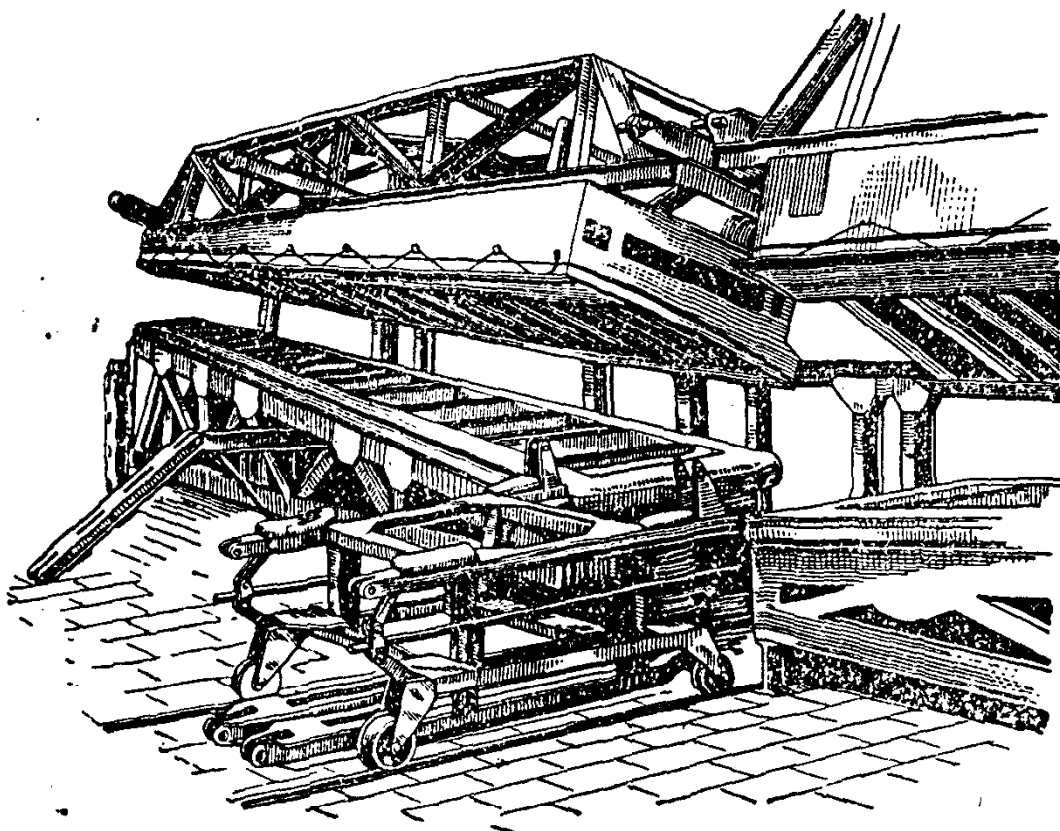
Крыло загружают в пресс на тележке (фиг. 383), которую фиксируют затем штырями по отверстиям с каркасом пресса. Конструкция тележки позволяет поднимать и опускать посредством винта крыло в вертикальном направлении. Крыло на тележке фиксируют по стыковым отверстиям в скобах.



Фиг. 383. Тележка для загрузки неразъемного крыла в пресс для фанеровки.

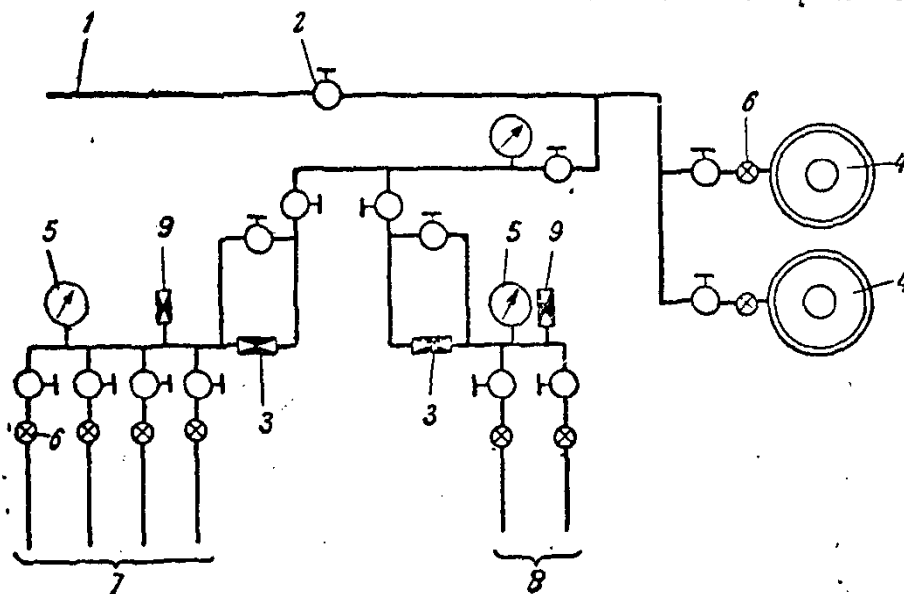
1—опорные ложементы для крыла; 2—скобы фиксаторов по стыковым узлам крыла; 3—фиксатор для закрепления тележки в прессе; 4—винт для подъема и опускания крыла.

Работа на прессе ведется в следующем порядке (фиг. 384). Подготавливают к запрессовке крыло на тележке (наносят клей и установ-



Фиг. 384. Пневматический пресс для установки верхней плоскостной обшивки на каркас неразъемного крыла, подготовленный для запрессовки.

ливают обшивку на гвозди), осматривают сулаги и контролируют расположение пневматического мешка. Затем закатывают крыло в пресс



Фиг. 385. Схема подвода воздуха к прессу.

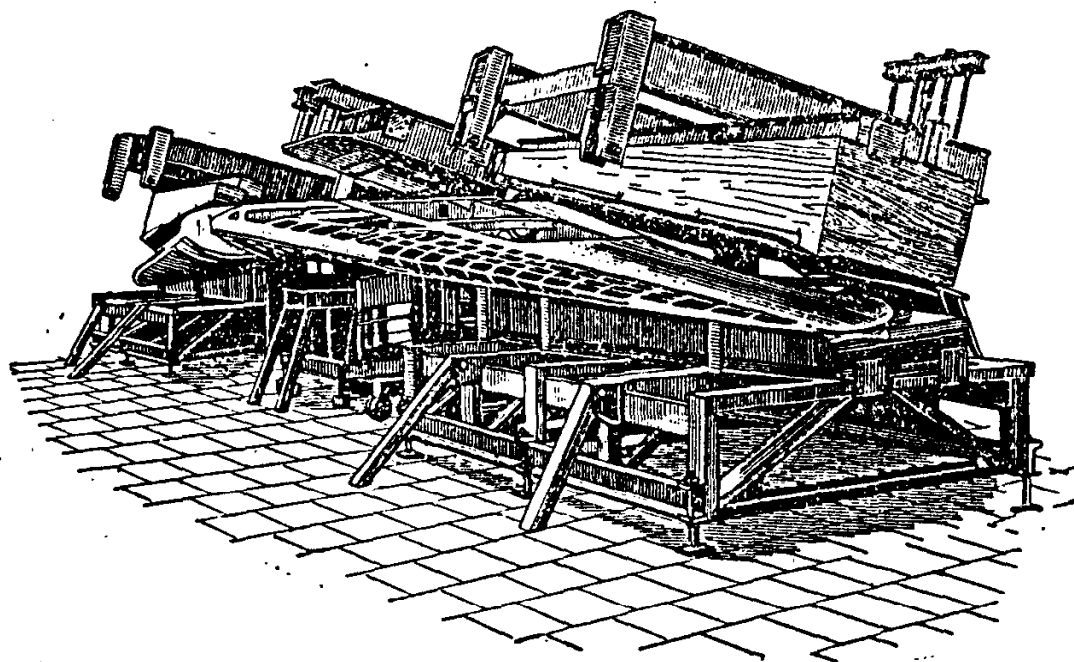
1—воздушная магистраль; 2—вентиль; 3—редукционный клапан; 4—цилиндры подъемников; 5—манометры; 6—выпускной клапан; 7—подводка воздуха в средние и восточные секции пневматических мешков; 8—подводка воздуха в лонжеронные секции пневматических мешков; 9—предохранительные клапаны.

так же, как при установке обшивки на центроплан. Для этого поднимают верхнюю часть пресса в крайнее верхнее положение, запирают ее

замком подъемника и фиксируют крыло тележкой к станине пресса. Раскрывая замки пневматических подъемников правой и левой частей пресса, опускают верхние сулаги в рабочее положение и запирают их иакидными замками, после чего включают пневматическую сеть. Давление подается не сразу в весь мешок, а в отдельные его секции. Первой включают среднюю секцию, затем секцию лонжеронов и концевой дуги. Включение давления со средней части обеспечивает равномерность запрессовки криволинейной поверхности.

Подводка воздуха к прессу и к отдельным секциям мешка показана на схеме фиг. 385.

Нижнюю часть плоскостной обшивки устанавливают в прессе, показанном на фиг. 386. Верхняя часть станины пресса состоит из трех



Фиг. 386. Пневматический пресс для установки нижней плоскостной обшивки на каркас неразъемного крыла.

самостоятельных секций, из которых две крайние служат для запрессовки консолей крыла, а средняя — центральной части крыла.

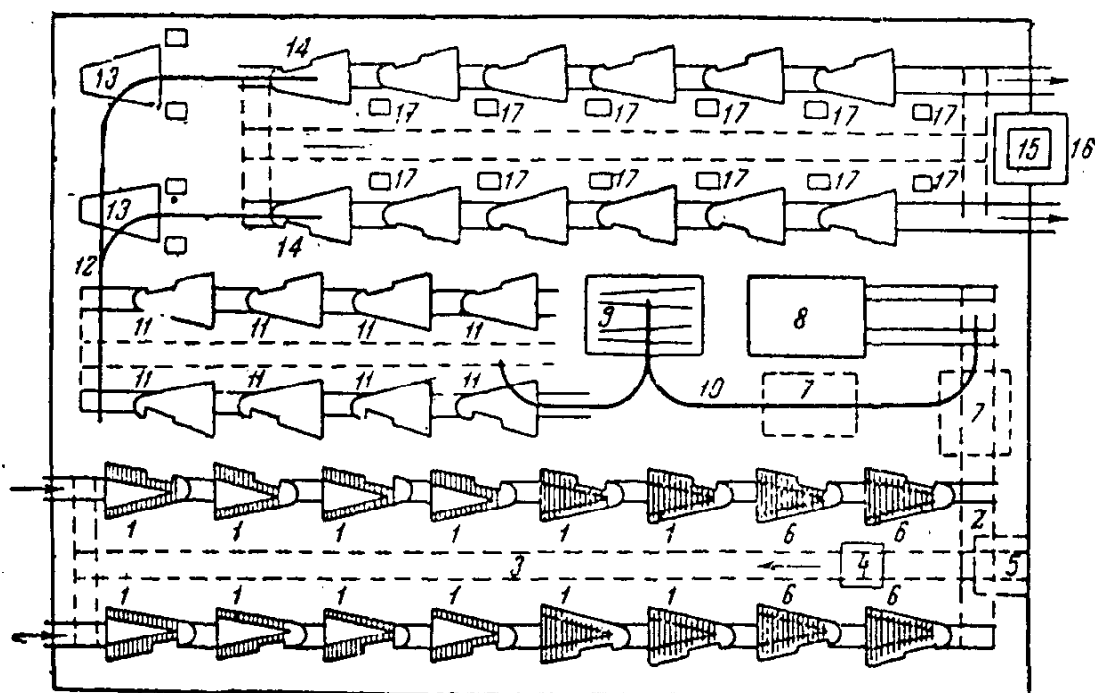
Лобовая часть обшивки на неразъемное крыло устанавливается в прессе, рабочая часть которого такая же, как у пресса для приклейки лобовой обшивки на консоль крыла (см. фиг. 378).

Планировка агрегатного цеха сборки консолей крыла

Консоли крыла можно собирать по двум параллельным потокам без сдвига во времени (фиг. 387). На одной линии собирают левую консоль, а на второй правую. В течение одного цикла из цеха выходит готовый комплект консолей.

Каркасы консолей собирают на передвижных сборочных стапелях 1. Для возврата сборочных стапелей и подачи деталей к стендам служат траверса 2 и рельсовый путь 3. В момент возврата сборочных тележек в начало потока тележку 4 ставят на площадку 5. Стенды 6 служат для малковки каркаса. На стендах 7 готовят каркас к фанеровке. В прессе 8 каркас фанеруют по плоскости, а в прессе 9 — по лобовой части. Прессы обслуживаются монорельсом 10. Затем консоли попадают на отделочные тележки 11 для зачистки обшивки и монтажа мелких деталей оборудования. По монорельсу 12 консоли устанавли-

лируют в разделочные станки 13. После разделки консоли поступают на линии отделочных тележек 14. Тележка 15 для подачи деталей



Фиг. 387. Технологический поток сборки консолей крыла.

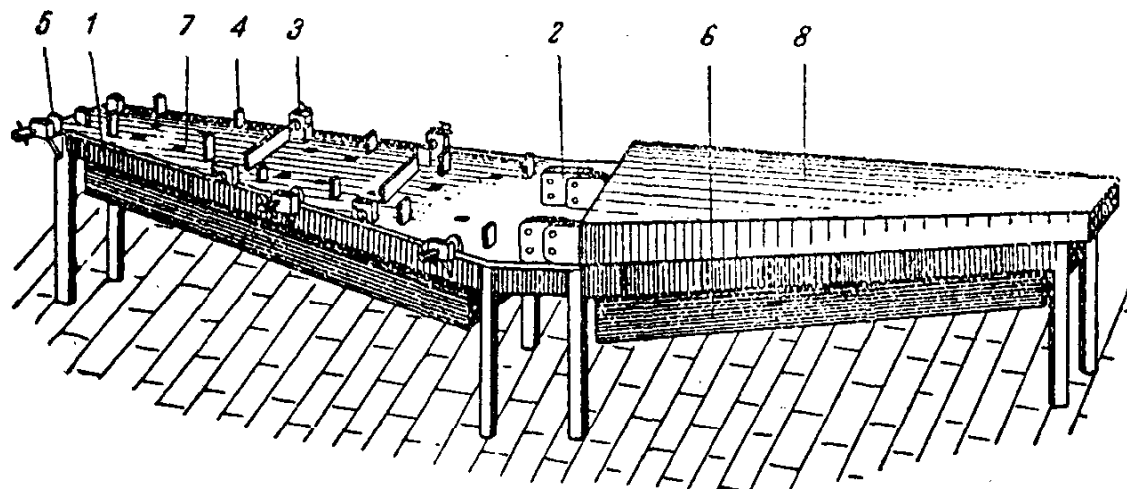
1—сборочные стапели; 2—траверса; 3—рельсовый путь для возврата тележек и подачи деталей; 4—тележки для подачи деталей к стендам; 5—буферная площадка; 6—стенды для малковки каркаса; 7—стенды для подготовки каркаса к фанеровке; 8—пневматический пресс для приклейки плоскостной обшивки; 9—пресс лобовой; 10—монорельс; 11—отделочные тележки; 12—монорельс; 13—агрегатно-разделочный станок; 14—отделочные тележки; 15—тележка для подачи деталей; 16—буферная площадка; 17—стеллажи для деталей.

находится на площадке 16 в момент возврата отделочных тележек. В стеллажах 17 хранят детали, подаваемые на стенды.

5. СБОРКА СТАБИЛИЗАТОРА

Сборка каркаса

Одновременно обе половинки каркаса стабилизатора собирают в стапеле (фиг. 388). Основой стапеля служит сварная рама 1. Она



Фиг. 388. Стапель сборки каркаса стабилизатора.

обеспечивает жесткость расположения установленных на ней по эталону стабилизатора фиксаторов лонжеронов и нервюр. Для крепления

лонжеронов служат узлы 2, в которых фиксируют штырями каждый лонжерон по стыковым отверстиям и крепят в консольной части винтовыми зажимами 3. Фиксаторы 4 служат для расстановки нервюр по размаху стабилизатора. Два фиксатора обеспечивают требуемую точность каждой нервюры, не допуская перекосов при их установке. Фиксаторы, поставленные на раму стапеля, не мешают окончательному креплению нервюр к лонжеронам и врезке в нервюры стрингеров.

Лобовой стрингер при установке на каркас стабилизатора зажимают винтами 5.

Стапель оборудован электрическим подогревателем. Нагреватель, заключенный в футляр 6, расположен под верхней рамой каркаса стапеля. Нагретый в подогревателе воздух, устремляясь вверх, проходит через отверстия, вырезанные в обшивке 7 рамы стапеля, и омывает собранный каркас, закрытый сверху фанерным футляром 8. Отверстия в обшивке стапеля закрывают откидными крышками, чтобы при сборке каркаса стабилизатора стружки не попадали в нагреватель. Такой нагреватель удобен тем, что не мешает работать на стапеле, а съемный футляр используют на других стапелях. Нагреватель можно сделать переносным.

Каркас собирают в следующей последовательности. Сначала в стапель закладывают лонжероны. Их фиксируют только на верхние стыковые отверстия, так как лонжероны поднимают за консоль при установке на него нервюр. Подготовленные нервюры должны иметь точно вырезанные окна под лонжероны, отверстия под стрингеры или кницы и отфрезерованные носки под установку лобового стрингера. На рабочем месте нервюры следует располагать в последовательности их установки на лонжероны. Надетые на лонжероны нервюры размещают у фиксаторов по всему полуразмаху стабилизатора, после чего лонжероны фиксируют на нижние стыковые отверстия и крепят винтовыми зажимами.

Окончательно крепят нервюры к лонжеронам угольниками на клею. Угольники запрессовывают струбцинками или гвоздями. В сквозные отверстия или кницы на нервюрах устанавливают стрингеры, а между нервюрами на полки лонжеронов на клею — выравнивающие накладки, которые запрессовывают винтовыми зажимами или гвоздями. После этого на каркас ставят лобовой стрингер и запрессовывают его винтами. Собранный каркас закрывают футляром и включают подогрев. Аналогично собирают вторую половину каркаса стабилизатора во второй части стапеля. После сборки и сушки каркасов их меняют в стапеле местами для установки стрингеров и выравнивающих накладок на второй стороне каркаса.

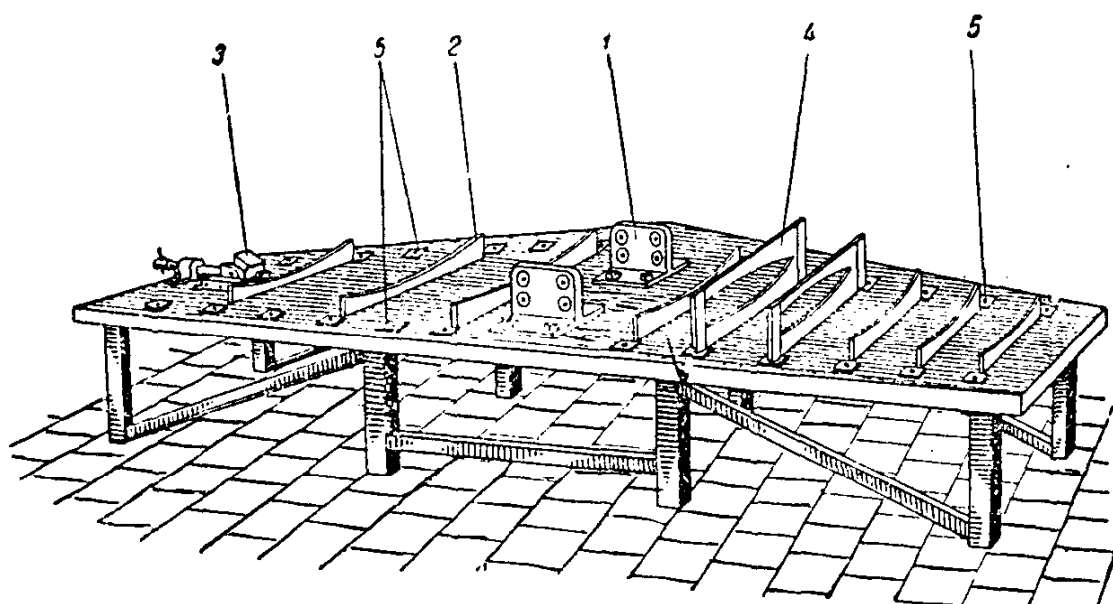
Установленные выравнивающие накладки на стрингеры и лонжероны малкуют по общему контуру каркаса (если нервюры установлены отмакованные). Каркас стабилизатора малкуют так же, как и консоли, на стапеле (фиг. 389).

Обшивку на каркас стабилизатора устанавливают в прессах с пневматической, гидравлической или винтовой запрессовкой. На фиг. 390 показан общий вид гидравлического пресса для установки обшивки на каркас стабилизатора.

После установки обшивки стабилизатор отделяют, т. е. окончательно обрезают кромки обшивки, строгают лобовой стрингер и зачищают обшивку.

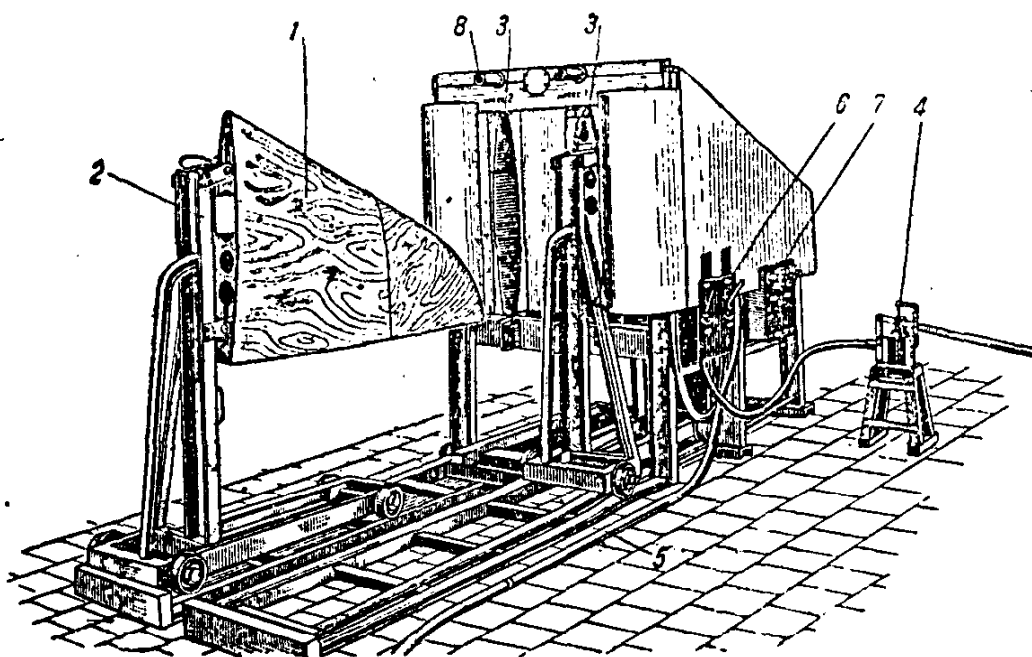
Разделка стыковых узлов стабилизатора

После отделки стабилизатор поступает на агрегатный станок для разделки стыковых узлов.



Фиг. 389. Стапель для малковки каркаса стабилизатора.

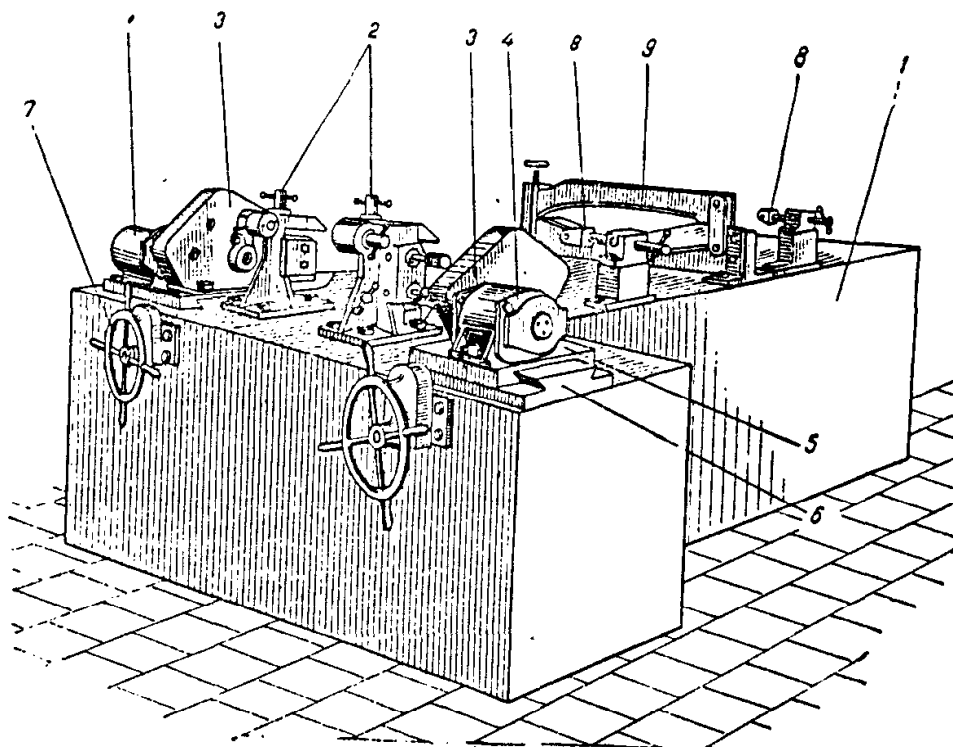
1—фиксаторы стыковых узлов; 2—ложементы нервюр; 3—опоры консольной части стабилизатора; 4—обхватывающие скобы; 5—опоры малковочных шаблонов.



Фиг. 390. Пневматический пресс для установки обшивки на каркас стабилизатора.

1—стабилизатор; 2—тележка; 3—секции пресса; 4—насос; 5—шланги для подводки воды; 6—пульт управления гидросистемой; 7—пульт управления электроподогревом; 8—сигнальные лампы.

Агрегатный станок (фиг. 391) имеет сварную станину, на которой в верхней части установлены все фиксаторы и сверлильные головки



Фиг. 391. Агрегатно-разделочный станок стабилизатора.

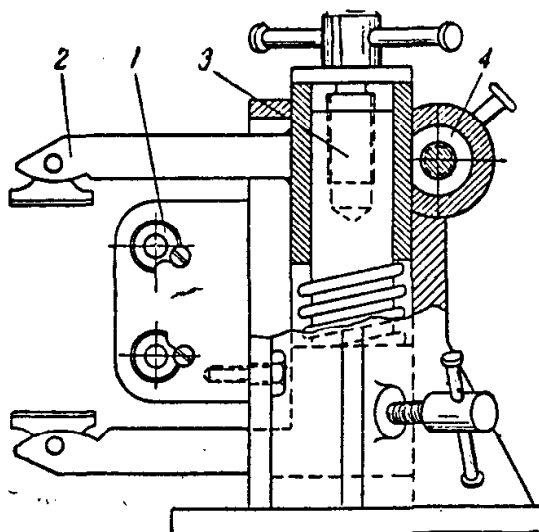
1—станина станка; 2—кондукторно-фиксаторные узлы; 3—сверлильные головки; 4—электродвигатели сверлильных головок; 5—салазки сверлильных головок; 6—направляющие; 7—штурвал; 8—фиксаторы стыковых отверстий руля высоты; 9—ложемент стабилизатора.

станка. Для фиксации стабилизатора по стыковым отверстиям служат кондукторно-фиксаторные узлы 2. Конструкция такого узла показана на фиг. 392.

Стыковой узел фиксируют по стыковым отверстиям штырями через переходные втулки 1. Так как при разделке стыковых узлов штыри вынимают и переходные втулки меняют, то для предотвращения сдвига установленного стабилизатора и согласования его наружного контура со стыковыми отверстиями его дополнительно крепят в тисках 2, стягиваемых винтом 3. Каждая лапка тисков в установленном положении фиксируется стопором 4.

Стабилизатор в стапеле фиксируют также по стыковым отверстиям навески руля высоты.

Для разделки стыковых отверстий стабилизатора установлены две сверлильные головки, приводимые в движение отдельными электро-



Фиг. 392. Кондукторно-фиксаторный узел.

двигателями через шестеренчатый редуктор. Сверлильные головки с электродвигателями установлены на салазках, которые перемещаются по направляющим.

Работа на станке

Стабилизатор закладывают в станок стыковыми узлами в кондукторно-фиксаторные узлы, в которых верхние прижимные лапки тисков отводятся в стороны, и вставленный узел фиксируют штырями по всем стыковым отверстиям; после фиксации по стыковым узлам фиксируют по обоям кронштейнов руля высоты.

Заложенный в стапель стабилизатор должен фиксироваться без напряжений. Зафиксированный с напряжением стабилизатор после разделки примет несвойственную ему форму, чем нарушится правильное расположение стыковых отверстий.

Стыковой узел разделяют по одному стыковому отверстию. При работе на станке двух рабочих можно разделять одновременно оба узла. При этом в одном узле разделяют верхнее отверстие, а в другом — нижнее, и наоборот. Это исключает смещение стабилизатора в станке. Инструмент подается в обрабатываемое отверстие плавным поворотом штурвала.

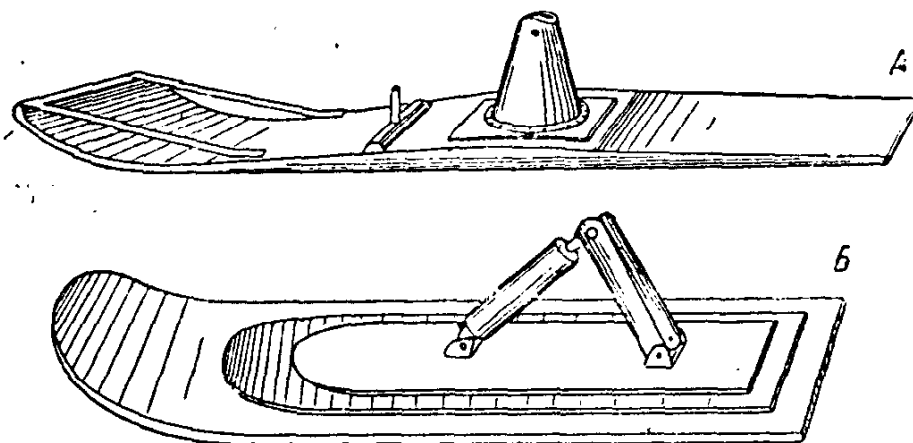
Число проходов и инструмент применяют те же, что и для разделки стыковых отверстий килевой части фюзеляжа.

Стабилизатор после разделки и контроля поступает в цех лакокрасочных покрытий.

6. САМОЛЕТНЫЕ ЛЫЖИ

Конструкция лыж

Лыжи изготовляют в течение двух-трех месяцев. За этот период должна быть разработана конструкция лыж и налажено их производство.



Фиг. 393. Открытые самолетные лыжи.

А — полоз из сплошной заготовки; Б — полоз, составленный из отдельных площадок.

Учитывая почти полное отсутствие литературы по деревянным лыжам, приводим краткое описание их.

Все лыжи делятся на два основных типа: закрытые — каркасные и открытые — монолитные лыжи.

В Советском Союзе производят только закрытые каркасные лыжи.

Открытые лыжи получили распространение в иностранном самолетостроении (Канада и Норвегия). Лыжи открытого типа по своей конструкции крайне просты и представляют собой сплошной ясеневый полоз, более толстый в средней части.

Другой вид открытых лыж — наложенные друг на друга и скрепленные заклепками ясеневые или спрусовые пластины. Лыжи обеих конструкций показаны на фиг. 393.

Лыжи открытого типа весят больше, чем лыжи закрытого типа, что служит основным препятствием к широкому их применению.

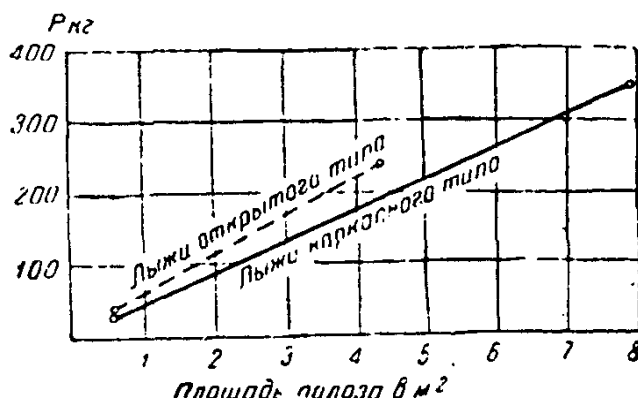
На диаграмме фиг. 394 приведен вес обоих типов лыж в зависимости от опорных площадей.

Самолетные лыжи закрытого типа делятся на легкие и тяжелые.

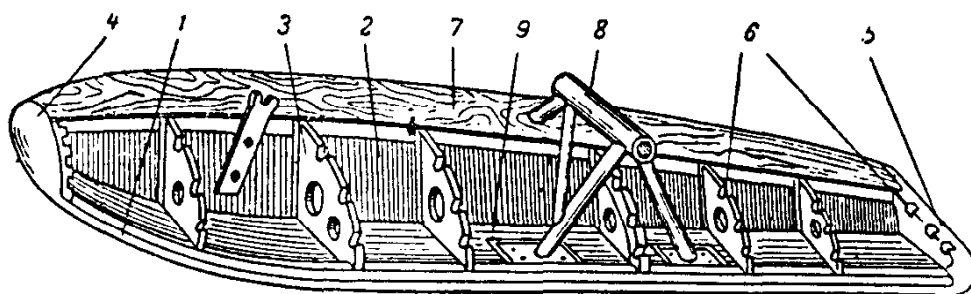
К лыжам легкого типа относятся лыжи с опорной поверхностью до $1,5 \text{ м}^2$ под самолеты весом до 2500 кг. Лыжи с опорной поверхностью выше $1,5 \text{ м}^2$ под самолеты тяжелее 2500 кг относятся к тяжелым.

Лыжи состоят из следующих основных элементов: полоза, лонжеронов, передней и задней бобышек, стрингеров и верхней обшивки.

Лыжа легкого типа показана на фиг. 395. Рабочей частью и основой, на которой монтируют все детали, является полоз, склеенный по ширине из отдельных заготовок. Древесина полоза должна обладать хорошим коэффициентом крепости и высокой стойкостью из



Фиг. 394. График зависимости веса лыж от опорных площадей.

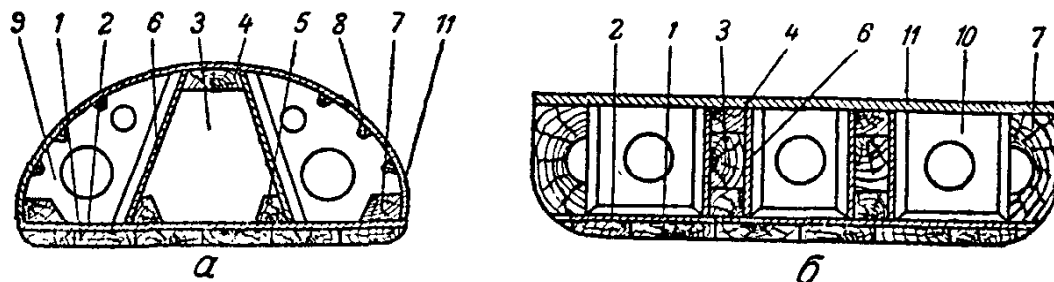


Фиг. 395. Лыжа легкого типа.

1—полоз; 2—лонжерон; 3—шпангоуты; 4—носовая бобышка; 5—хвостовая бобышка; 6—гнездо для стрингеров; 7—верхняя обшивка; 8—кабан; 9—бобышки под лапки кабана.

стирание. Полоз лыжи изготовляют из ясеня и лиственницы. Для повышения прочности с внутренней стороны на полоз наклеивают фанеру.

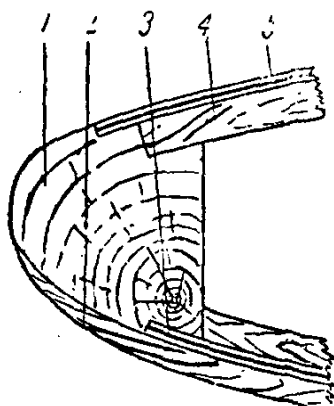
По средней части полоза установлен лонжерон, являющийся осевой продольной балкой, воспринимающей нагрузку, передаваемую через полоз. У лыж легкого типа обычно лонжерон коробчатой конструкции (фиг. 396). Верхняя полка и две нижние рейки его установ-



Фиг. 396. Поперечное сечение лыж:

а—легкого типа; б—тяжелого; 1—полоз; 2—обшивка полоза; 3—лонжерон; 4—полка; 5—рейки; 6—фанерная обшивка; 7—бортовые ребра; 8—стрингеры; 9—шпангоуты; 10—диафрагмы; 11—верхняя обшивка лыжи.

лены прямо на полоз и с боков обшиты фанерой. Вдоль бортов полоза поставлены бортовые ребра, которые в носовой и концевой частях подходят вплотную к бобышкам (фиг. 397). Носовая и концевая бобышки усиливают полоз и служат опорой для полок лонжерона и стрингеров, которые врезаются в бобышки.



Фиг. 397. Носовая бобышка лыжи.

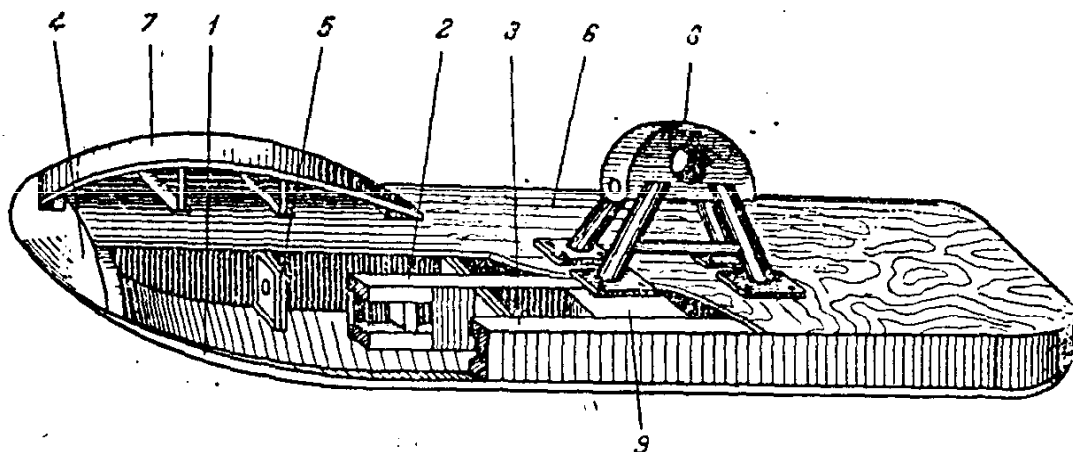
1—бобышка; 2—полоз; 3—обшив-
ка полоза; 4—стрингер; 5—верх-
няя обшивка.

По месту установки бортовых ребер, носовой и концевой бобышек фанеровка с полоза снимается, если борты лыжи не обшиваются листовым металлом. Это делается для того, чтобы предотвратить проникание влаги по торцам фанеры внутрь полоза.

Поперек всего полоза (см. фиг. 395) между бортовыми ребрами и лонжероном установлены фанерные шпангоуты, прикрепленные к полозу и лонжерону угольниками с одной или двух сторон. В шпангоутах для облегчения их веса делают отверстия. Шпангоуты, по которым проходит усвое соединение фанеры верхней обшивки лыжи, уширяют по верхнему контуру фанерной накладкой или весь шпангоут изготавливают коробчатой конструкции. По верхним контурам шпангоутов в носовой и хвостовой бобышках

вырезаны гнезда для установки стрингеров. Верхняя обшивка устанавливается на клею и гвоздях. Обшивку изготавливают из фанеры с продольным направлением волокон, склеивают сверху авиационным полотном на нитроклее АК-20 и окрашивают.

Лыжи соединяются со стойками шасси самолета посредством кабана. Он сделан сварной ферменной конструкции из стальных труб. В лыжах легкого типа кабан крепится на полозе. Для увеличения жесткости крепления и уменьшения удельного давления лапок кабана на полоз его устанавливают на бобышки и прикрепляют к полозу сквозными болтами.



Фиг. 398. Лыжа тяжелого типа.

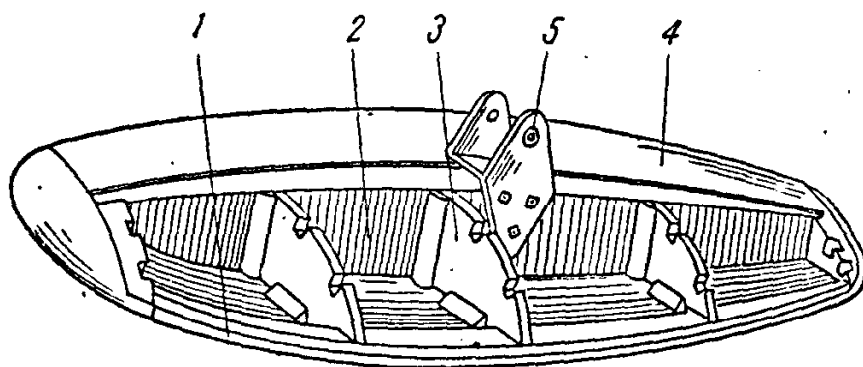
1—полоз; 2—лонжерон; 3—бортовые ребра; 4—носовая бобышка; 5—диафрагмы; 6—верхняя обшивка лыжи; 7—обтекатель; 8—кабан; 9—бобышки под лапки кабана.

Лыжа тяжелого типа показана на фиг. 398. Полоз лыжи склеен из отдельных ясеневых заготовок и сверху фанерован.

Не рекомендуется применять лиственницу на заготовки полоза лыж тяжелого типа, особенно для самолетов тяжелее 3000 кг, так как она менее устойчива на истирание.

На полоз устанавливают лонжероны корабчатой конструкции (см. фиг. 396). Чтобы повысить прочность крепления лонжеронов к полозу, их приклеивают с рабочей стороны полоза и, кроме того, прикрепляют шурупами. Головки шурупов должны быть утоплены в древесину полоза на 3—5 мм, в зависимости от толщины последнего. По бортам полоза расположены бортовые ребра; по высоте они равны лонжеронам или несколько ниже их. В носовой и концевой частях полоза установлены впритык к лонжеронам и бортовым ребрам бобышки.

В каркасе тяжелых лыж взамен шпангоутов устанавливают диафрагмы. Их располагают между лонжеронами и бортовыми ребрами и крепят к лонжеронам и бортовым ребрам на клею угольниками. Весь



Фиг. 399. Костыльная лыжа.

1—полоз; 2—лонжерон; 3—шпангоуты; 4—верхняя обшивка; 5—кабан.

собранный на полозе каркас покрывают фанерной обшивкой с продольным направлением волокон.

Для повышения аэродинамических качеств на носовую часть лыжи устанавливают обтекатель, каркас которого состоит из нервюр и стрингеров, закрытых сверху фанерной или выклеенной из шпона обшивкой. Обшивку при достаточной жесткости можно устанавливать и без каркаса.

При убирающихся шасси на лыжи устанавливают бортовые обтекатели, чтобы в убранном положении лыжи плотно прилегали к нижней плоскости обтекания центроплана или консоли крыла.

Бортовые обтекатели делают каркасные или из одной полосы фанеры, укрепленной непосредственно к борту лыжи и усиленной продольным угольником с внутренней стороны.

Кабан ставят на верхней обшивке и прикрепляют сквозными болтами через полоз. Для увеличения жесткости крепления кабана под каждую его лапку между полозом и верхней обшивкой ставятся бобышки.

Костыльная лыжа (фиг. 399) по конструкции подобна лыже тяжелого типа, но обтекаемой формы. Лонжероны костыльной лыжи иногда делают из целого бруска.

Изготовление лыж

Лыжи собирают последовательно и расчлененно. Последовательная сборка допускает подгоночные работы, применяется при освоении производства нового изделия, особенно лыж с полозом, склеенным из отдельных выгнутых заготовок.

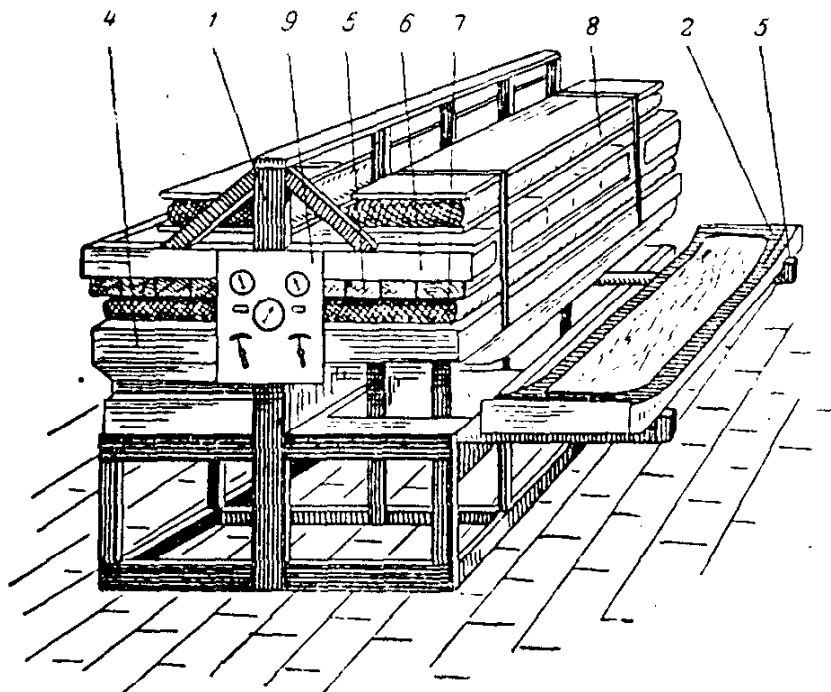
Лыжи легкого типа, имеющие каркас, трудно собираемый в отдельном приспособлении, собирают также последовательно. В этом случае на окончательно собранный полоз монтируют каркас и кабан лыжи.

кон.

При расчлененной сборке лыж полоз, каркас и обтекатель одновременно монтируют в отдельных приспособлениях.

Для фанеровки полоза, склейки его с каркасом и установки верхней обшивки применяют пресс (фиг. 400), рассчитанный на одновременную запрессовку одного комплекта лыж.

Каркас 1 пресса — сварной конструкции. На нем смонтированы все детали. Нижняя деревянная сулага 2 установлена на ролики и рельсы 3 и может выкатываться в сторону для закладки изделия в пресс. Сверху установлена вторая деревянная сулага 4, которой производят



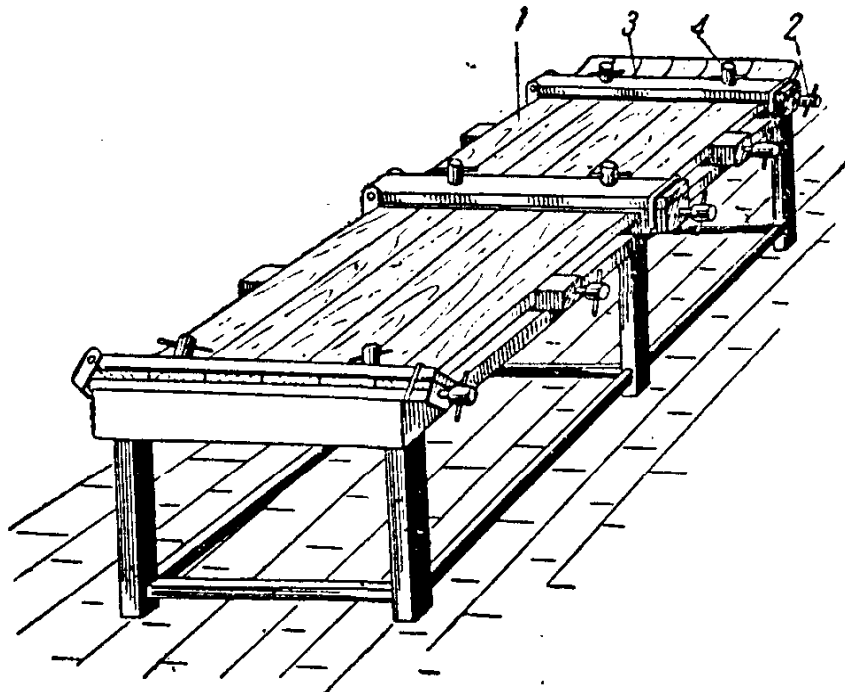
Фиг. 400. Пресс для изготовления лыж.

запрессовку. Рабочую поверхность нижней сулагы строгают по продольным шаблонам, снятым с плазовой разбивки профиля лыжи. Верхняя сулага составная. Рабочая часть ее ставится соответственно запрессовываемой плоскости фанеровки полоза или верхней обшивки. Застрожку вкладышей верхней сулагы производят также по продольным шаблонам, снятым с плазовой разбивки. Между верхней сулагой и настилом 5, жестко укрепленном с нижней стороны к горизонтальным балкам 6 каркаса, установлен пневматический мешок 7 или дюритовые шланги для создания давления при запрессовке на верхнюю сулагу. Сверху горизонтальных балок, между двумя настилами, укреплен второй пневматический мешок 8 меньшего размера для поднятия верхней сулагы после окончания запрессовки. Для этого сулага соединена жесткими тягами с настилом над верхним пневматическим мешком. Пресс оборудован контактным электроподогревом. Управление запрессовкой, подъемом верхней сулагы и подогревом смонтировано на пульте управления 9.

Полозы лыж изготовляют двумя способами. По первому способу окончательно обработанные и склеенные смоляным клеем прямые заготовки распаривают и выгибают в прессе. Из-за трудности гнутья широкого щита получается большой процент брака, хотя этот способ весьма производительный.

В производстве распространен второй способ. Плоскости заготовок полоза перед гнутьем строгают с припуском 0,5—1,0 мм на

строжку после склейки. Каждую заготовку загибают отдельно горячим способом в металлических формах, обеспечивающих большую точность гнутья. У выгнутых по требуемому профилю и высушенных до влажности 7—10% планок фугуют кромки для склейки в щиты. Склеивают их в приспособлении, показанном на фиг. 401, зажимая винтами. Такое приспособление может быть оборудовано и пневматическими прижимами. Перед запрессовкой все заготовки легкими ударами киянки должны быть выравнены по верхней плоскости, что обеспечивает минимальную фуговку ее перед фанеровкой.



Фиг. 401. Приспособление для склейки полоза из выгнутых заготовок.

1—полоз; 2—винты для запрессовки; 3—горизонтальные прижимы для устранения коробления полоза при запрессовке; 4—винты.

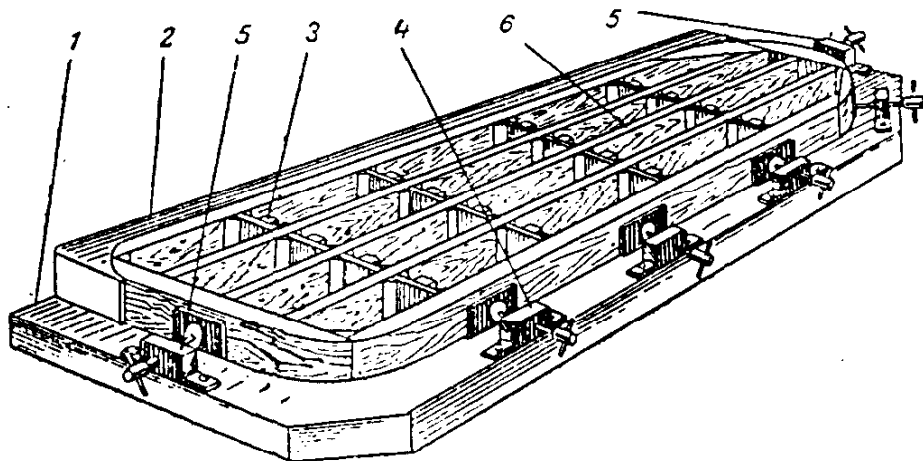
При запрессовке винтами прижимают полоз верхними накладками так, чтобы он сохранил приданную ему форму и не коробился в поперечном направлении. После установленной выдержки полоз вынимают из приспособления и фугуют верхнюю пластъ под фанеровку.

Прямолинейный участок полоза обрабатывают на рейсмусовочном станке, а криволинейный — вручную специальным рубанком, колодка которого с рабочей плоскости имеет овальную форму.

Фанерный настил в зависимости от длины полоза стыкуют по длине на-ус. Затем фанеру размечают по шаблону и обрезают на ленточной пиле по требуемому контуру, после чего запрессовывают на полоз. Фанерованный полоз снова размечают по шаблону для получения фальца под установку бортовых ребер (если это предусмотрено конструкцией). Шаблоны для разметки фанерного настила и полоза изготовляют по развертке, снятой с плазовой разбивки. Полоз опиливают по контуру на ленточной пиле с припуском минимум 4 мм.

Одновременно с изготовлением полоза каркас лыжи собирают в специальном приспособлении (фиг. 402). Плоскость приспособления обрабатывается по шаблонам, снятым с плазовой разбивки. Для фиксации установки диафрагм в приспособлении ставят упоры, а положение ложеронов при сборке каркаса определяют поставленными диафрагмами, обработанными до номинального размера. Сборку каркаса начинают с установки к упору бортового ребра, к которому по фиксаторам ставят первый ряд диафрагм. Затем к поставленным диафраг-

мам устанавливают первый лонжерон и фиксируют по ним его положение. Ставят второй ряд диафрагм по фиксаторам и к ним устанавливают второй лонжерон и т. д. После этого ставят второе бортовое ребро, на которое производят давление при запрессовке. При дополнительном креплении диафрагм угольниками их устанавливают и прибивают оцинкованными гвоздями, которые оставляют в каркасе. При сборке устанавливают последними носовую и концевую бобышки. Всю лыжу собирают на смоляном клее и запрессовывают пневматическими или винтовыми прижимами. Винтовая запрессовка удобна тем, что позволяет для ускорения сушки помещать собранный каркас или полоз вместе с приспособлением в цеховую сушильную камеру.



Фиг. 402. Приспособление для сборки каркаса лыжи.

1—основание; 2—упор бортового ребра; 3—фиксаторы диафрагм; 4—винтовые зажимы бортового ребра; 5—винтовые зажимы носовой и хвостовой бобышек; 6—каркас лыжи.

Пневматическая запрессовка для ускорения сушки требует рефлекторного подогрева, что при отсутствии специальных подогревателей, рассчитанных на одновременную сушку всего изделия, вызывает неравномерную подсушку и коробление.

После склейки нижнюю плоскость зачищают циклей от потеков клея. Верхнюю плоскость каркаса обычно малкуют, так как диафрагмы, угольники и бобышки при установке в приспособлении не образуют ровной плоскости.

Склеивают каркас с полозом и устанавливают обшивку в прессе (см. фиг. 400). Можно склеивать одновременно все три элемента или сначала полоз с каркасом и после верхнюю обшивку. При последовательной сборке можно контролировать качество склейки полоза с каркасом осмотром всех клеевых швов. Это необходимо делать при изготовлении первых лыж.

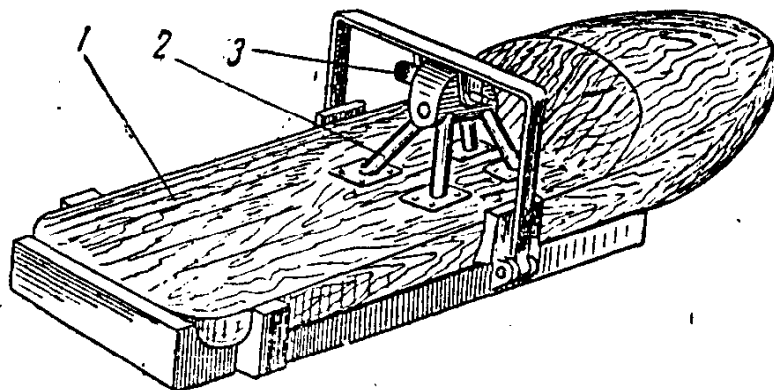
Каркас носового обтекателя собирают в специальном приспособлении, в котором по фиксаторам устанавливают нервюры, концевую рейку и носовую бобышку. В этих деталях должны быть предварительно вырезаны гнезда под стрингеры. Стрингеры на каркас овальной формы запрессовывают только по концам накладками с винтовыми зажимами. При сложной поверхности обтекания стрингеры делают составными и запрессовывают их струбцинками или оцинкованными гвоздями, которые оставляют в каркасе.

Каркас обтекателя устанавливают на лыжу вне прессы гвоздевой или тросовой запрессовкой. Фанерную обшивку на обтекатель предварительно вырезают по развертке обшивки, обеспечивая плотное и ровное прилегание.

На носовой обтекатель сложной формы устанавливают обшивку из отдельных заготовок.

В этом случае удобнее ее выклеивать из шпона на болванке. Выклеенную обшивку устанавливают на лыжу без каркаса и крепят на клею оцинкованными гвоздями в фалец, вырезанный по борту лыжи.

Одновременно с носовым обтекателем на верхнюю обшивку по разметке ставят бобышки под кабан. Кабан устанавливают в приспособлении (фиг. 403), в котором лыжу фиксируют концевой частью, а кабан — по стыковому отверстию в кардане. При такой фиксации кабан на лыжу устанавливают сразу в требуемое положение и после



Фиг. 403. Приспособление для установки кабана на лыжу.

1—лыжа; 2—кабан; 3—фиксаторы кабана.

сверловки крепежных отверстий в лыже укрепляют болтами. После этого вынимают лыжу с установленным кабаном из приспособления и зачищают потеки клея циклей, а всю поверхность — шкуркой.

Из сборочного цеха лыжа поступает в цех покрытий. Контроль при изготовлении лыжи производят пооперационно.

7. ДРЕНАЖИРОВАНИЕ САМОЛЕТОВ

Во время дождя, небрежной заправки самолета водой, при мытье машины, а также при неисправности водяной системы моторной установки через неплотно пригнанные лючки и различные соединения вода попадает внутрь самолета. На металлических деталях, находящихся внутри агрегатов, влага конденсируется.

Вода, попавшая внутрь деревянных агрегатов, повышает влажность древесины, в результате чего отдельные детали загнивают, клеевые швы теряют крепость и весь агрегат в короткий срок может выйти из строя.

Для удаления воды и вентиляции внутренних полостей агрегаты дренажируют при помощи системы отверстий. Отверстия располагаются так, чтобы полностью удалить воду из тех мест самолета, в которых она может скопиться.

Внутри агрегатов самолета дренаж осуществляют при помощи прорезей (шпигатов) в отдельных деталях, а из агрегатов в нижней части обшивки отводят воду через металлические пистоны. Некоторые пистоны (особенно у гидросамолетов) с наружной стороны прикрывают специальными обтекателями, которые почти полностью устраняют возможность попадания через них воды внутрь конструкций. Наличие обтекателя над дренажным отверстием создает во время полета внутри некоторое разрежение, которое способствует удалению влаги.

Дренажные отверстия располагают в самых нижних точках агрегата и его отсеков при положении самолета на трех точках.

При дренажировании фюзеляжа особое внимание следует обращать на хвостовую часть и участок под открытой кабиной pilota.

Дренажное отверстие делают в каждом отсеке фюзеляжа. Если нельзя в каком-либо из отсеков сделать дренажное отверстие, необходимо прорезать шпигат, чтобы вода переходила из этого отсека в соседний, имеющий дренажное отверстие.

В зависимости от размеров детали и отсека шпигаты вырезают размером 3×10 и 5×10 мм (3 и 5 мм по высоте, 10 мм по ширине).

Коробчатые шпангоуты дренажируют в исключительных случаях.

В блочном или разъемном крыле дренажные отверстия устанавливают: в правом полуразмахе — в нижних точках с правой стороны нервюр и в левом — с левой стороны нервюр. В конструкции крыла, не имеющего поперечного V-образного сечения, дренажные отверстия располагают по обеим сторонам нервюр.

Делать отверстия в обшивке каждого отсека крыла необязательно. Ряд отсеков можно соединять между собой шпигатами. При этом следует обеспечить сообщаемость всех отсеков крыла, в которые может попадать вода. Шпигаты вырезают такие же, как и в фюзеляже.

В отсеках крыла, сплошь закрытых фанерной обшивкой, в которые влага не может попадать, делать дренажные отверстия или шпигаты не следует.

Все отсеки, имеющие лючки или какое-либо металлическое оборудование, должны иметь дренажные отверстия или шпигаты.

При дренажировании крыла особое внимание следует обращать на места установки металлических бензиновых баков, так как на большой их поверхности легко может конденсироваться влага.

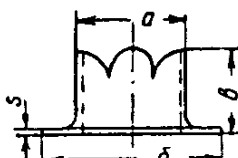
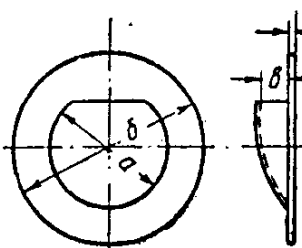
Стабилизатор дренажируют точно так же, как и крыло.

Число и точное расположение дренажных отверстий для каждого агрегата самолета указывает конструктор самолета в чертежах.

Типы и размер дренажных пистонов и обтекателей, устанавливаемых в деревянных агрегатах, даны в табл. 51.

Таблица 51

Размеры пистонов и обтекателей

Наименование	Номер	Материал	Эскиз	Размер, мм			
				a	b	в	S
Пистон	1	Латунь		4	8	4	0,3
"	2	"		6	10	5	0,3
"	3	"		8	12	6	0,3
Обтекатель	1	Целлулоид		6	12	2	0,5
"	2	"		8	16	3	0,5
"	3	"		11	25	4	0,7
"	4	"		13	25	4	0,7

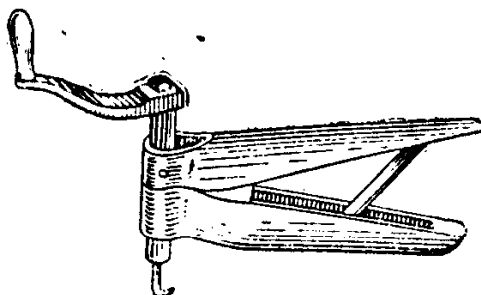
Пистоны вставляют в высверленные отверстия неотбортованной кромкой с внешней стороны обшивки. Для консервации древесины пистоны следует ставить на густотертом сурике или на цинковых белилах (белила + олифа). Сурик или белила наносят на торец обшивки отверстия кистью или самим пистоном, который окунают в наносимую массу.

Пистон развальцовывают в отверстии специальной «пистоинницей» (фиг. 404). Кромки пистона следует развальцовывать заподлицо с внутренней поверхностью дренажируемой обшивки так, как показано

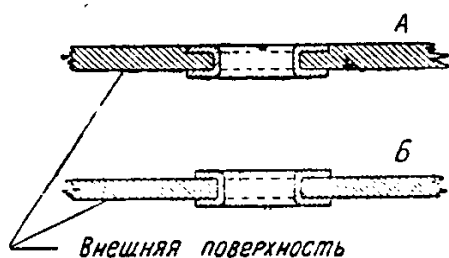
на фиг. 405, А, иначе выступающая кромка пистона будет задерживать воду (фиг. 405, Б).

При комбинированной установке пистона с обтекателем головка пистона (размер б, табл. 51) должна свободно проходить в отверстие обтекателя.

Обтекатель к обшивке крепится шурупами, которые так же консервируют, как и пистоны. Правильная А и неправильная Б постановки пистона с обтекателем показаны на фиг. 406.

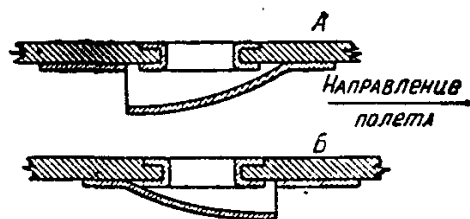


Фиг. 404. Пистонница.



Фиг. 405. Установленные пистоны в обшивку.

А—правильно; Б—неправильно.



Фиг. 406. Пистоны с обтекателями.

А—обтекатель поставлен правильно; Б—обтекатель поставлен неправильно.

8. ПРИЕМКА ГОТОВЫХ АГРЕГАТОВ САМОЛЕТА И ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К НИМ ТРЕБОВАНИЯ

Готовые агрегаты принимают по действующим на заводе техническим условиям и картам технологической приемки.

В технических условиях все основные положения—номинальные основные размеры агрегатов, допуски, производственные требования, испытание, клеймение и сдача готовой продукции—указаны подробно. Номинальные размеры и допуски приведены в одной таблице. Для наглядности пользования к ней прикладывают эскиз агрегата.

В технологических картах приемки подробно указаны правила приемки, контрольный инструмент и шаблоны.

В готовых агрегатах основной контроль заключается в определении качества приклейки обшивок к каркасу и отделки агрегата под лакокрасочное покрытие.

Приклейку обшивки к каркасу агрегата проверяют внешним осмотром, щупом, простукиванием каким-либо твердым предметом (молотком и др.) и вибрационными электрическими приборами (прибор проф. Соколова и ВЭД-43). Обнаруженные непрочности устраняют двумя способами: 1) вклейкой вкладышей из шпона или фанеры между обшивкой и каркасом или 2) подрезкой обшивки на-ус 1:4; 1:5, расчистки непрочности и установки новой части обшивки—«заплатки». Второй способ ремонта рекомендуется применять на фанерных обшивках.

Провалы на обшивке агрегата определяют контрольной линейкой и шаблонами. Местные провалы в обшивке глубиной до 0,7 мм исправляют шпаклевкой, предусмотренной техническими условиями. Провалы глубиной более 0,7 мм исправляют наклейкой березового шпона или фанеры с последующей доводкой до совпадения с контуром.

В фюзеляжах стоечной конструкции фанерные обшивки с провалами, превышающими величину, оговоренную техническими условиями, заменяют новыми.

После исправления всех дефектов и окончательной отделки обшивку снова принимают. Особенно жесткие требования при приемке предъявляют к отделке наружной поверхности обшивки, состояние которой влияет на лакокрасочные покрытия и аэродинамические качества самолета.

На окончательно отделанной поверхности агрегата не должно быть механических повреждений и дефектов, нарушающих целостность обшивки, как то: глубоких следов от инструмента, перечистки внешних слоев шпона, разрывов и изломов.

Перечистку слоев шпона определяют по измененному цвету шпона при древесине, пропитанной клеем, или обнаружением клеевого шва обшивки.

Отшлифованная поверхность обшивки не должна иметь ворсистости, клеевых потеков и масляных пятен. Кромки обшивки должны быть ровными и гладкими без отщепов и следов от инструмента.

Контуры вырезанных фальцев на обшивке под ленты, щели и лючки должны строго соответствовать контуру установленных в них деталей. Все лючки делают заподлицо с обшивкой агрегата без щелей и уступов.

Головки гвоздей и шурупов, выходящих на внешнюю плоскость обшивки, устанавливают впотай на глубину не более 0,2—0,3 мм. Установка на большую глубину ослабляет крепление обшивки и способствует разрушению окраски при эксплуатации. Раззенковка под головки шурупов должна быть без заусенцев и зацепов шпона. Шурупы и гвозди следует ставить перпендикулярно к плоскости обшивки, не раскалывая деталей каркаса. Шурупы или отверстия для них в целях предохранения древесины промазывают густотертым суриком или цинковыми белилами.

Качество постановки шурупов проверяют довертыванием и отвертыванием их. Если при отвертывании шуруп не вывертывается или при довертывании легко проворачивается, то он поставлен неправильно. Неправильная постановка шурупов наблюдается при неумелом пользовании электрической или пневматической дрелью. Все неправильно поставленные шурупы заменяются новыми, увеличенного диаметра. Слабо поставленные шурупы при эксплуатации самолета выпадают из отверстий, нарушая отделку поверхности.

Дренажные отверстия должны быть обработаны без отщепов и разрушений внутренней стороны обшивки. Металлические пистоны, поставленные в обшивку, плотно провальцовывают заподлицо с внутренней и внешней поверхностями обшивки. Все места агрегата, сопрягаемые с металлическими деталями (болты, стыковые узлы, пластины, пистоны и пр.), покрывают суриком или белилами для предохранения древесины. Недопустимо устанавливать болты с затяжкой гаек до разрушения и вмятин древесины.

9. СТЫКОВКА АГРЕГАТОВ

Рассмотрим стыковку агрегата на примере одноместного истребителя.

Агрегаты самолета на стыковку поступают с разделанными в номинальный размер или с неразделанными стыковыми отверстиями.

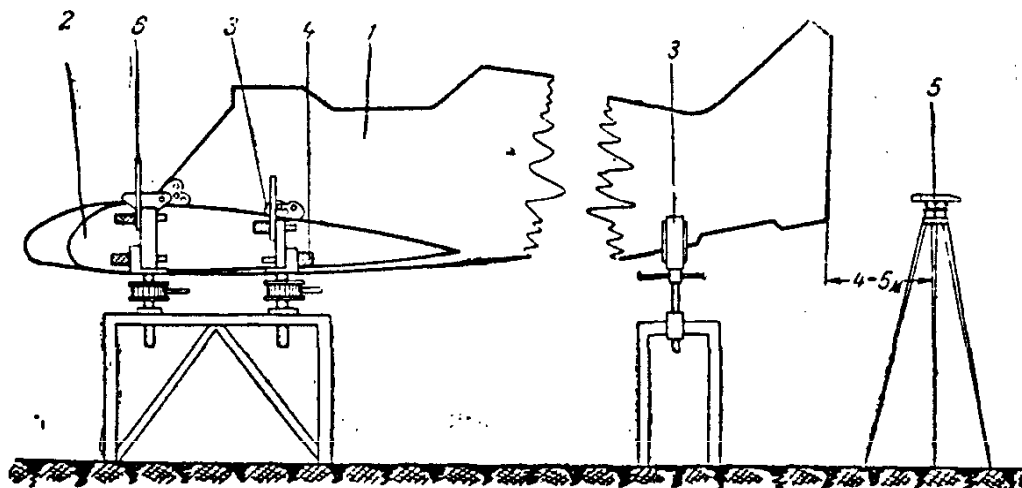
Центроплан с фюзеляжем при неразделанных стыковых отверстиях стыкуют в специальном стапеле (фиг. 407). Центроплан в стапеле опирается на четыре винтовые опоры и фиксируется штырями по нижним стыковым отверстиям с консолью крыла. При нивелировке поло-

жение центроплана в стапеле регулируют винтовыми опорами. Перед стыковкой с фюзеляжем центроплан должен быть установлен в линию полета по нивелиру и контрольным линейкам, установленным в верхние стыковые отверстия.

Центроплан считается установленным в линию полета если:

1) верхний пояс переднего лонжерона центроплана будет строго горизонтален, т. е. разность замеров по нивелиру по правой и левой сторонам переднего лонжерона равна нулю;

2) центроплан имеет положительный угол атаки, для чего необходимо дать превышение оси стыкового отверстия переднего лонжерона над осью стыкового отверстия заднего лонжерона на величину, указанную в технических условиях для данного самолета.

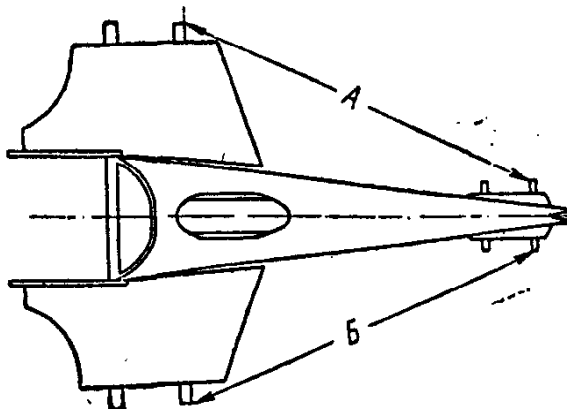


Фиг. 407. Стапель для стыковки фюзеляжа с центропланом.

1—фюзеляж; 2—центроплан; 3—винтовые опоры; 4—штыри; 5—нивелир; 6—контрольные линейки.

На центроплан, установленный в линию полета, заводят фюзеляж, который головной частью ставят в стыковые узлы центроплана, а килевой — на винтовую опору стапеля.

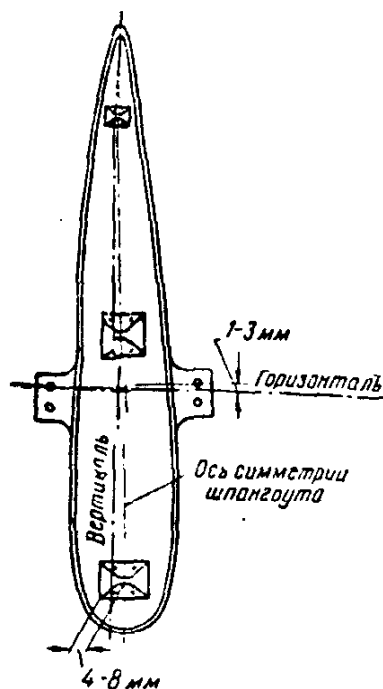
Положение фюзеляжа регулируют винтовой опорой и устанавливают в линию полета при помощи нивелира и контрольной линейки. В головной части фюзеляжа контрольную линейку ставят на первый шпангоут, а в килевой — на последний по продольной оси самолета. Разность замеров по нивелиру на первом и последнем шпангоутах должна равняться нулю. Нивелировкой также проверяют бортовое смещение фюзеляжа. При этом нивелировочную линейку устанавливают на правый и левый борты по переднему шпангоуту и задним стыковым точкам фюзеляжа со стабилизатором. Все разности замеров должны быть равны нулю. При нивелировке по линейкам нивелир устанавливают за килевой частью фюзеляжа на расстоянии 4—5 м.



Фиг. 408. Схема проверки заноса килея относительно продольной оси самолета.

После установки фюзеляжа в линию полета проверяют металлической рулеткой занос килея относительно продольной оси самолета по схеме, показанной на фиг. 408. Замер производят от верхних концов

задней кромки заднего лонжерона до осей по передней кромке на стыковых узлах фюзеляжа со стабилизатором. Вертикальность положения килевой части фюзеляжа проверяют по последнему шпангоуту отвесом, установленным у верхней кромки (фиг. 409). Максимальное отклонение должно быть не больше 4—8 мм.



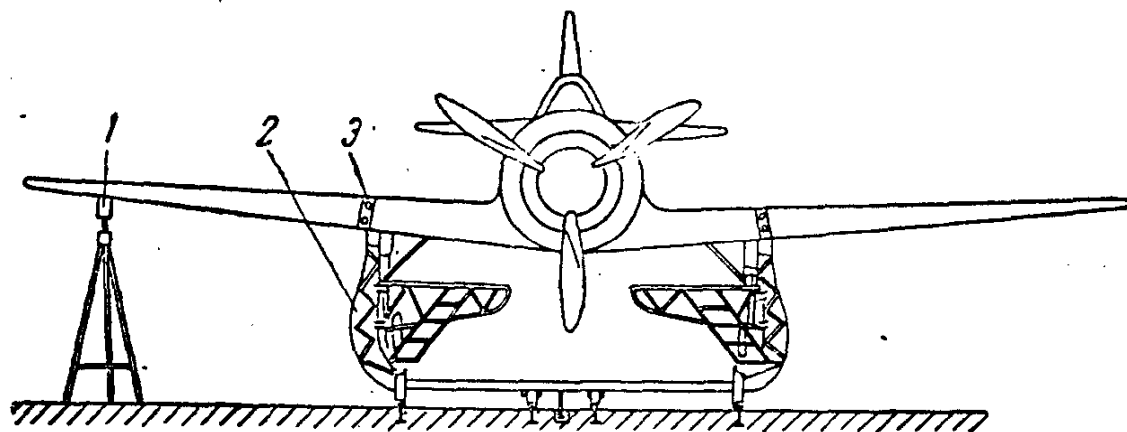
Фиг. 409. Схема проверки вертикальности килевой части фюзеляжа.

Затем проверяют нивелировкой стыковые отверстия фюзеляжа со стабилизатором. Разность замеров между стыковыми отверстиями (не разделанными до номинального размера) допускают 1—3 мм. Установив окончательно фюзеляж в линию полета, сверлят электрической или пневматической дрелью стыковые и крепежные отверстия центроплана с фюзеляжем и крепят болтами. После этого стыкуют центроплан с консолью крыла и фюзеляжа со стабилизатором в том же стапеле или в стапеле окончательной сборки самолета.

Консоли крыла с неразделанными стыковыми отверстиями предварительно навешивают на центроплан на конические штыри по стыковым отверстиям с винтовой опорой под концы консолей. В таком положении нивелируют каждую консоль.

Размер поперечного V крыла проверяют, измеряя по нивелиру превышения крайней консольной нивелировочной точки над точкой первой нервюры консоли (фиг. 410). Положение консоли при этом изменяют винтовой опорой, не трогая конических шпилек в стыковых отверстиях. Для получения угла

атаки консолей (по техническим условиям) производят замер по нанесенным нивелировочным точкам на переднем и заднем лонжеронах каждой консоли. При получении результатов замеров, не соответствующих заданным, смещают конические шпильки в стыковых отверстиях, изменяют положение винтовой опоры и снова нивелируют. Положение



Фиг. 410. Нивелировка поперечного V крыла.

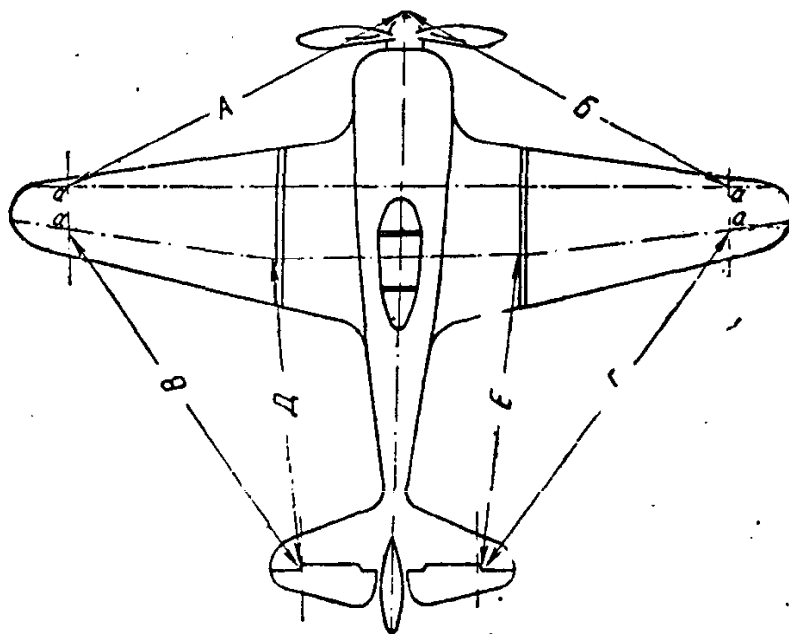
1—винтовая опора; 2—стапель; 3—конические штыри.

каждой консоли регулируют до тех пор, пока не получают размеров, предусмотренных техническими условиями.

Стреловидность продольного V крыла проверяют замером расстояний от крайней нивелировочной точки *a* на консоли до стыковых

отверстий фюзеляжа со стабилизатором или до поiska мотора (фиг. 411). При правильном положении консолей крыла разворачивают стыковые отверстия до номинального размера специально приспособленной сверлильной головкой с электродвигателем и сразу после этого крепят крыло стыковыми болтами.

Стабилизатор нивелируют и устанавливают так же, как и консоли крыла, — по нивелировочным точкам, а стреловидность определяют, измеряя диагонали *В* и *Г* или *Д* и *Е* (см. фиг. 411).



Фиг. 411. Нивелировка продольного V крыла.

Стыковку агрегатов со стыковыми отверстиями, разделанными до номинального размера в агрегатных станках, производят в тех же стапелях, в которых стыкуют агрегаты с неразделанными стыковыми отверстиями. Чтобы обеспечить точность разделки агрегатов в станках, производят поверочную нивелировку после стыковки первых 10—20 агрегатов.

10. НАЛАДКА ПРЕССОВ, АГРЕГАТНЫХ СТАНКОВ И СТАПЕЛЕЙ

Наладка пневматических прессов

Наладку прессов производят после их изготовления, ремонта и определенного времени эксплуатации. При наладке регулируют равномерность запрессовки сулагами установленной на каркас обшивки; проверяют и устраняют обнаруженные дефекты в пневматической сети пресса и в электроподогреве.

Равномерность запрессовки в прессе зависит от: 1) точности застройки основной сулагы по шаблонам; 2) равномерности толщины и эластичности установленной на сулагу резины; 3) точности выклейки по болвану прокладной сулагы; 4) правильности расположения агрегата в тележке относительно сулаг пресса; 5) точности фиксации агрегата в прессе; 6) жесткости резины пневматического мешка при давлении его непосредственно на прокладную сулагу.

На равномерность запрессовки также влияет точность, малковки каркаса агрегата.

При установке на каркас жесткой обшивки толщиной 7—10 мм, выклеенной из шпона, качество приклейки зависит от точности болвана, на котором выклеена обшивка, и коробления обшивки после ее выклейки.

Если по конструкции пресса установленный агрегат можно осмотреть, то запрессовывают один каркас без обшивки, осматривают все доступные места и определяют равномерность прилегания прокладной сулаг. При обнаружении неплотно прилегающих мест исправляют положение сулаг или на основную сулагу приклеивают на казенном клею гвоздевой запрессовкой соответствующего размера фанерные накладки, застроганные кругом на-ус.

После исправления всех дефектных мест производят пробную приклейку обшивки на каркас, которую срывают для определения качества приклейки. Во всех местах с плохой запрессовкой на основную сулагу приклеивают фанерные накладки, как и после запрессовки одного каркаса.

При больших исправлениях после первой запрессовки производят вторую и снова отрывают обшивку. При качестве приклейки, удовлетворяющем техническим требованиям (непроклей не более 5% от площади склеивания), переходят к производственной запрессовке.

У первых 10—20 агрегатов обшивку устанавливают по одной половине для облегчения контроля приклейки. Если пресс рассчитан на одновременную приклейку обшивки, то одну половину обшивки ставят на клею, а вторую на контрольных гвоздях без клея. После запрессовки неприклеенную половину снимают и определяют качество приклейки второй половины. Приклейку обшивки к каркасу в недоступных для осмотра местах проверяют легким простукиванием молотком или вибрационными электрическими приборами.

При эксплуатации пресса необходимо внимательно следить за исправностью пневматической проводки. В пневматическом прессе сначала проверяют работу редуктора. Поворотом винта редуктора пускают сжатый воздух в сеть пресса. Давление постепенно должно нарастать до требуемого, что определяют по стрелке манометра. Резкое повышение давления в прессе указывает на неисправность редуктора, а медленное — на утечку воздуха в сети пресса. Исправность воздухопроводов, пневматических мешков и шлангов проверяют осмотром. Часто утечку воздуха определяют на-слух, так как струя воздуха из пневматической сети в атмосферу вырывается с шумом. Неисправные соединительные шланги или муфты заменяют новыми, а основные пневматические мешки и шланги ремонтируют.

При электронагреве проверяют амперметр, гальванометр с термопарой и контактные соединения. Правильность показаний амперметра определяют контрольным амперметром. При неисправности амперметр ремонтируют и регулируют в мастерской или лаборатории.

Гальванометр с термопарой для работы на прессе выдают проверенный. Перед запрессовкой необходимо следить за правильной установкой термопары в сулаге, так как ее смещение изменяет показания гальванометра. При правильном расположении термопары стрелка гальванометра колеблется в пределах требуемой температуры для установленного в прессе электроподогревателя.

Контактные соединения электроподогрева проверяют включением контрольной электрической лампочки на щите управления. Если лампочка при включении загорается, то все контакты исправны.

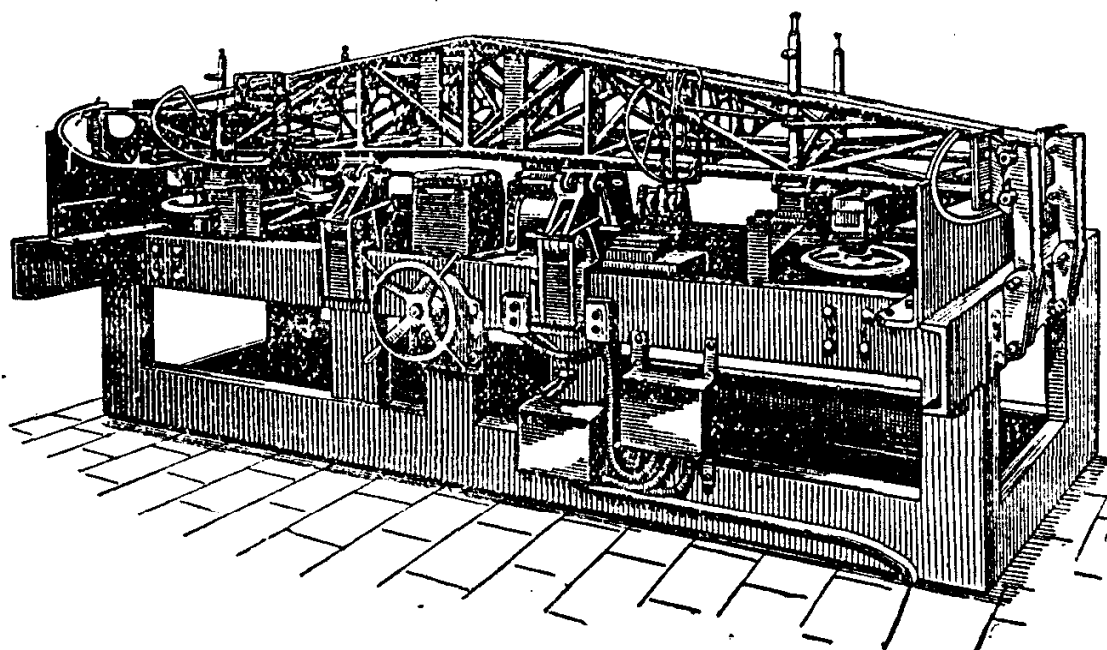
Гидравлические прессы налаживают аналогично пневматическим. Дополнительно проверяют работу насоса для производства давления в гидросети пресса.

Наладка агрегатных станков

У агрегатных станков проверяют и регулируют положение кондукторно-фиксаторных узлов по эталону агрегата, установленному в станке на реперные площадки (фиг. 412).

После ремонта станка проверяют нивелированием положение эталона. Если положение эталона в станке правильное, проверяют кондукторно-фиксаторные узлы, соединяя штырями все отверстия узлов с установленным эталоном. При фиксации штыри должны входить в стыкуемые отверстия свободно от руки. Заколачивание штырей или смещение установленного эталона не допускается. Если стыковые отверстия кондукторно-фиксаторного узла не совпадают со стыковыми отверстиями эталона, то меняют положение данного узла до тех пор, пока он не зафиксируется совершенно свободно с эталоном. В таком положении его закрепляют на станке.

После проверки и внесения требуемых исправлений в положение фиксаторно-кондукторных узлов проверяют соосность сверлильных головок с соответствующими стыковыми отверстиями в фиксаторно-кондукторных узлах. Для этого в патрон сверлильной головки встав-



Фиг. 412. Наладка агрегатно-разделочного станка центроплана по заложенному в него эталону агрегата.

ляют штангу, заменяющую инструмент. Штанга через стыковые отверстия эталона и кондукторной втулки в узле станка должна проходить без усилий. Положение сверлильной головки регулируют установкой прокладок у крепежных болтов головки к станку.

Если штанга во время вращения «бьет», шпиндель сверлильной головки ремонтируют.

Неподвижные контрольные ложементы в агрегатном станке проверяют по эталону для проверки кондукторно-фиксаторных узлов.

Наладка ступеней

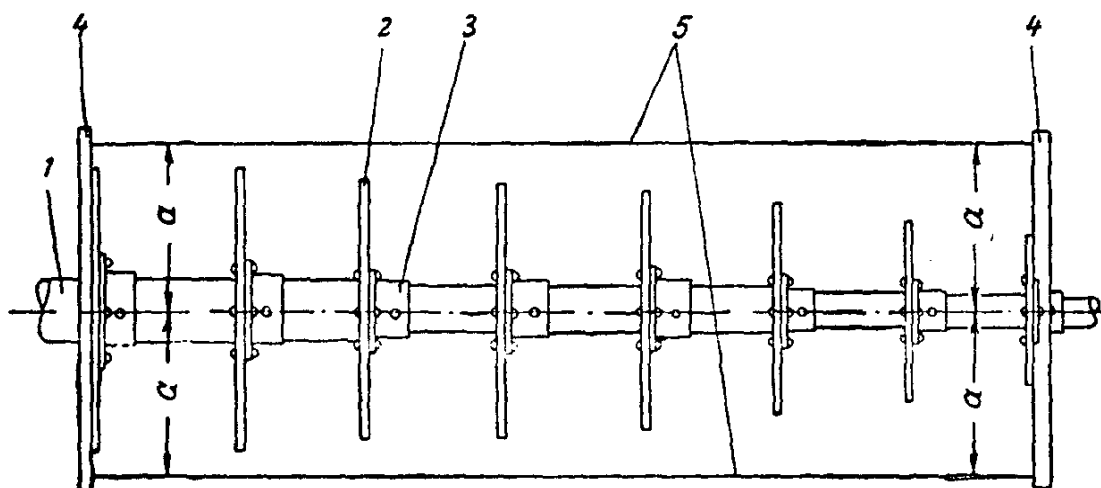
При наладке ступеней проверяют положение фиксаторных узлов и расположение ложементов шпангоутов или нервюр.

Положение фиксаторных узлов проверяют по заложенному в ступень эталону так же, как в агрегатных станках.

Положение ложементов нервюр в ступени общей сборки каркасов агрегатов проверяют по эталону с контрольными нервюрами.

Особенно тщательно проверяют расположение ложементов шпангоутов в ступени сборки каркаса фюзеляжа, так как от этого зависит точность изготовления всего фюзеляжа.

Вследствие того, что нельзя проверить положение ложементов шпангоутов по эталону фюзеляжа, поступают следующим образом. Проверяют нивелировкой горизонтальность расположения вала стапеля. Затем у первого головного и у последнего килевого ложементов устанавливают рейки по нивелиру в одной горизонтальной плоскости (фиг. 413). Положение ложементов проверяют по отвесу, а их симметричность крепления на муфте — линейкой. На расстоянии a от вертикальной оси головного шпангоута к рейке по обеим сторонам крепят струны. Обе струны протягивают к рейке на килевом шпангоуте и крепят в параллельном и строго горизонтальном положении относительно друг друга. Горизонтальность расположения обеих струн проверяют нивелировкой. Закрепив окончательно струны на рейках, проверяют линейкой расстояние с обеих сторон каждого шпангоута до протяну-



Фиг. 413. Схема проверки ложементов шпангоутов стапеля для сборки каркаса фюзеляжа.

1—труба стапеля; 2—ложементы; 3—муфты ложементов; 4—рейки; 5—струны.

тых струн. Расстояния должны быть равны между собой. Натяжением дополнительной нитки между основными струнами проверяют правильность расположения каждого ложемента в вертикальной плоскости.

В правильно расположенном ложементе его горизонтальная ось должна полностью совпасть с протянутой вспомогательной ниткой. Положение ложемента регулируют при отпущенных крепежных болтах, после чего они снова доотказа затягиваются. Муфты ложементов на трубе стапеля во все время наладки должны быть зафиксированы шпильками. Неправильно установленный ложемент регулируют прокладками между фланцем муфты и ложементом.

ГЛАВА IX

ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ ДЕРЕВЯННЫХ ДЕТАЛЕЙ И АГРЕГАТОВ

Производство взаимозаменяемых агрегатов дает возможность правильно кооперировать заводы, производящие самолеты или агрегаты одной конструкции. Взаимозаменяемость деталей и агрегатов самолета является одним из основных условий, обеспечивающих поточную сборку. Всякая подгонка деталей и агрегатов при сборке нарушает ритм, затрудняет нормирование, вводит в технологический процесс элемент неопределенности, т. е. нарушает поточность производства.

Одновременно с упрощением сборки взаимозаменяемых деталей и агрегатов упрощается конструкция стاپелей для сборки агрегатов, так как можно отказаться от фиксации деталей в стاپеле по контуру и ограничиться фиксацией их по сборочным отверстиям.

При эксплуатации самолета наличие взаимозаменяемых деталей и агрегатов обеспечивает быстрый ремонт и замену одних агрегатов другими.

Деревянное самолетостроение имеет ряд специфических особенностей, затрудняющих проведение в жизнь принципа взаимозаменяемости. К их числу прежде всего следует отнести конструктивные особенности деталей и агрегатов и физико-механические свойства древесины.

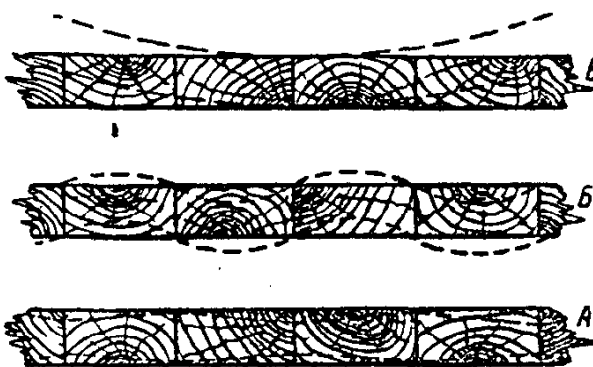
Основные агрегаты самолета — фюзеляж, крыло и стабилизатор, представляющие собой сложные пространственные сооружения, при стыковке должны точно совпадать не только по стыковым отверстиям, но и обеспечивать указанную в чертежах конфигурацию собранного изделия.

Однако, если не принять профилактических мер, предохраняющих древесину агрегата от увлажнения, то агрегат может изменить свои размеры и конфигурацию. Это затрудняет обеспечение взаимозаменяемости агрегатов деревянной конструкции. Кроме того, при сушке древесины линейные размеры в радиальном, тангенциальном и продольном направлениях изменяются неодинаково. Усушка — больше в тангенциальном направлении, меньше в радиальном и совсем незначительна в продольном (см. фиг. 13).

Учитывая, что минимально изменяются размеры древесины в продольном направлении, детали следует раскраивать таким образом, чтобы волокна были направлены параллельно тому размеру, изменение которого может повлечь за собой нарушение конфигурации и основных размеров узла или агрегата. Крупные детали, которые не могут быть изготовлены из целой древесины, должны быть склеены из отдельных заготовок. Необходимо подбирать и устанавливать рейки при склейке в щиты в определенном порядке, иначе неправильно подобранные и склеенные рейки увеличивают деформацию изготовленных из них деталей.

На фиг. 414 показаны три случая набора реек в щиты. По первому способу А изготовленные щиты мало коробятся, но имеют пониженные механические свойства. Широко распространен способ Б склейки щитов, которые в этом случае также мало коробятся, но более прочны. Щиты, склеенные по способу В, подвержены сильному короблению.

Чтобы уменьшить изменимость формы, между склееными щитами прокладывают иногда дополнительно листы фанеры, балинита или дельта-древеси́ны. Особенно желательно делать такие прокладки при изготовлении узловых деталей в местах крепления на них стыковых узлов. Это увеличивает их прочность и одновременно обеспечивает сохранение размеров. Следует заметить, что прокладки в деталях не всегда обеспечивают требуемую толщину и часто дают отклонения в значительных пределах. В детали с проклеенной фанерой величина



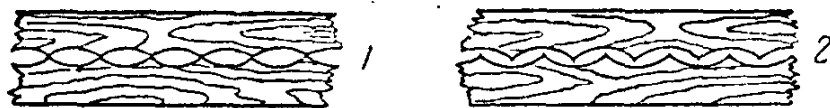
Фиг. 414. Склейка реек в щиты.

отклонения от номинального размера зависят от количества листов фанеры в сечении. По ОСТ допускают отклонение фанеры по толщине 0,2—0,6 мм (в зависимости от ее толщины), что при большом количестве листов в детали может привести к нарушению взаимозаменяемости. Особенно это важно в лонжеронах секционной конструкции, где толщина их в зависимости от количества и толщины фанерных прокладок может отклоняться до 3 мм от номинальной величины.

Отклонения могут быть сведены до минимума путем подбора фанерных прокладок и обработки их на вальцовых шлифовальных станках. Фанерные прокладки сортируют по толщине в группы с одинаковой величиной и знаком отклонения от номинального размера. Например, лонжерон собирают с фанерными прокладками толщиной $2 \div 4$ мм. Они имеют отклонения от $\pm 0,25$ до $\pm 0,4$ мм. При этом все фанерные заготовки сортируют на четыре группы (можно и на большее число, но практически это трудно осуществить) с плюсовыми и минусовыми отклонениями. При комплектровке лонжерона фанерные прокладки с плюсовыми и минусовыми допусками подбирают поровну (толщина лонжерона получится номинальной величины). Способ неудобен тем, что требует специального измерительного инструмента большой точности.

При обработке древесины вращающимся инструментом при несоблюдении режимов резания и неточной установке резцов в ножевых головках, образуется волнистая поверхность, которая меняет окончательную толщину детали, собранной из отдельных заготовок, и этим нарушает взаимозаменяемость деталей в сопряжениях.

При соединении деталей с волнистой поверхностью могут быть два случая (фиг. 415):



Фиг. 415. Соединение деталей, имеющих волнистую поверхность.

1) гребни волн соединяемых плоскостей совпадают (толщина детали будет максимальной);

2) гребни волн одной плоскости расположены симметрично гребням волн другой (толщина деталей будет минимальной).

Все промежуточные положения будут давать какие-то средние размеры между крайними отклонениями. В табл. 12 даны степени требуемой гладкости различных строганных и фрезерованных поверхностей.

Помимо режимов резания, на качество обработки древесины оказывает влияние общее состояние станков.

Твердость древесины допускает применять большие скорости резания и подачи, однако при этом в станках возникают вибрации. Они снижают качество и точность обрабатываемых деталей. Для устранения вибраций деревообрабатывающие станки устанавливают на специальные фундаменты.

При установке быстроходных станков (фрезерных, копировально-фрезерных и строгальных) желательно между фундаментом и станиной станка прокладывать подушки из войлока, резины, пробки и др.

Фундамент станка должен быть рассчитан на прочность и на вибрацию. Основные причины вибрации станков: а) неуравновешенность вращающихся масс; б) погнуто́сть валов; в) неконцентричность шкивов и биение ремней; г) несоответствие числа оборотов рабочего вала; д) электрическое неравновесие в моторе; е) неправильный инструмент и деформация его во время работы; ж) неточная установка и центровка подшипников.

Рабочее место следует содержать в надлежащем порядке. Стружки, опилки и другие отходы, образующиеся при обработке древесины, необходимо своевременно удалять, так как, попадая между столом и приспособлением, они снижают точность обработки.

Деревообрабатывающие станки при соответствующем за ними уходе дают точность обработки, вполне удовлетворяющую требованиям, предъявляемым к взаимозаменяемым деталям. Например, на фрезерных станках можно получить точность обработки до 0,05 мм, на рейсмусовых — до 0,1 мм.

При неправильном хранении детали и агрегаты из древесины могут изменять форму и размеры. Поэтому влажность и температура воздуха в цехах должны обеспечить равновесную влажность в древесине изделий в пределах 8—12%. Оптимальные условия для хранения сухой древесины и деталей в цехах создаются кондиционированием воздуха.

При перевозке агрегатов и деталей по открытому воздуху из цеха в цех их следует покрывать чехлами во избежание влияния переменной влажности воздуха на древесину.

Для достижения взаимозаменяемости деталей не следует применять универсальный мерительный инструмент для измерения готовых деталей и агрегатов. Необходимо измерять контрольными шаблонами и точными макетами там, где это практически возможно. Число одинаковых шаблонов и макетов должно быть минимально для уменьшения величины возможных ошибок при измерениях.

Не следует проводить обработку узлов и деталей по разметке, так как при этом неизбежно появляются отклонения вследствие неточности оборудования, инструмента и неправильной работы.

Производство взаимозаменяемых узлов и агрегатов самолета должно быть оборудовано строго увязанными между собой приспособлениями.

Размеры в приспособлениях увязывают следующими методами:

1) По макету. Приспособления строят по чертежам, фиксаторы монтируют по макету. Стыковку обеспечивают взаимной увязкой отдельных макетов.

2) По эталонному агрегату. В приспособлениях, изготовленных по чертежам, сначала собирают опытный агрегат, который принимают за эталон. Эталон стыкуют с сопрягаемым агрегатом, принятым также за эталон. Так получают группу эталонных агрегатов, составляющих самолет.

3) По системе генеральных эталонов. Строят образцовый макет-агрегат с высокой точностью обработки в инструментальном цехе или цехе приспособлений. Образцовый макет-агрегат считают генеральным эталоном; по которому строят все связанные с ним эталоны.

4) По плазовой разбивке. Все сборочные приспособления стыкуемых агрегатов и узлов изготавливаются по чертежам, а фиксаторы устанавливают по шаблонам агрегатов, изготовленных и увязанных по плазу.

В деревянном самолетостроении для увязки между собой сборочных приспособлений и ступеней взяты за основу третий и четвертый методы.

За генеральный эталон принимают тот агрегат, который несет на себе максимальное количество стыковых узлов. Обычно при разъемном крыле за генеральный эталон принимают макет центроплана, несущий на себе стыковые узлы с консолями крыла, с фюзеляжем и моторной рамой. При блочной конструкции крыла за генеральный эталон принимают макет фюзеляжа, который несет на себе стыковые узлы с крылом, моторной рамой и стабилизатором.

По генеральному эталону строят систему связи всех агрегатов самолета.

При разработке технологического процесса изготовления взаимозаменяемых деталей и агрегатов сначала должна быть составлена схема стыковки всех эталонов. Прилагаемая схема стыковки основных эталонов (см. приложение 4) разработана для самолета с разъемным крылом.

Размеры генерального эталона центроплана проверяют контрэталом, в котором установлены фиксаторы всех стыковых узлов центроплана. В контрэталоне центроплана проверяют также и эталоны лонжеронов центроплана. Все остальные эталоны стыкуются непосредственно между собой.

На основе этой схемы, после составления директивной технологии, составляют развернутую схему стыковки оснастки по каждому агрегату с учетом всех контрольных и рабочих приспособлений (см. приложение 5).

Такие схемы наглядно показывают, какими эталонами проверяют тот или иной ступень, приспособление и порядок стыковки эталонов между собой. Взаимосвязь между оснасткой и эталонами должна быть выдержана и периодически проверена (один-два раза в квартал в зависимости от загрузки оснастки) по эталонам специальной бригадой рабочих.

На осмотр, проверку и ремонт оснастки бюро технического надзора составляет график, в соответствии с которым цех оснастки проверяет и ремонтирует ее. Периодической стыковкой эталонов в цехе оснастки занимается специальная группа под руководством бюро контроля.

Вся стыковка производится в соответствии со схемой.

Для более ясного представления взаимосвязи отдельных стыкуемых между собой эталонов выполняют схему стыковки основных эталонов с приложением эскизов (см. приложение 5). На схеме показаны, кроме эталонов, калибры и макеты для контроля стыковых узлов и обводов агрегатов.

Каждый эталон представляет собой пространственную ферменную конструкцию, сваренную из тонкостенных стальных труб, и должен удовлетворять следующим требованиям:

1. Иметь легкую, удобную для перевозки, но в то же время жесткую ферменную конструкцию.

2. Нести все стыковые узлы с окончательно обработанными стыковыми отверстиями и проушинами.

3. Штыри стыковых узлов должны входить в отверстия без больших усилий от руки, без люфта.

4. Должен обеспечить неизменную связь между положением стыковых точек и контуром. Эта взаимосвязь осуществляется наличием в конструкции эталона шаблонов (см. фиг. 412), изготовленных по контрольно-контурным шаблонам, снятым с плазовой разбивки. Количество шаблонов в эталоне определяется конструкцией агрегата и прямолинейностью наружных обводов. Каждый шаблон, установленный на эталоне, должен иметь соответствующую базовую линию, линию хорды и строительную горизонталь.

5. Быстро и удобно монтироваться со стыкуемой оснасткой.

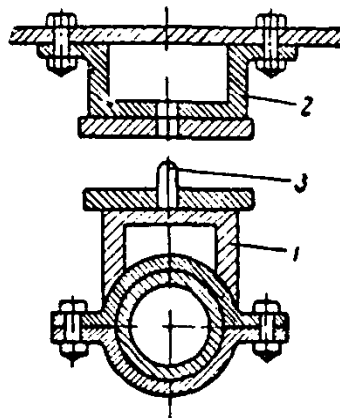
6. По эталону должна производиться настройка агрегатного станка и ступеней соответствующего агрегата.

7. Эталон должен иметь реперные площадки для установки и фиксирования его в проверяемом станке или ступени.

Реперная площадка показана на фиг. 416. Она состоит из двух пластин, из которых одна приварена скобой к станине оснастки, а вторая—к ферме эталона. На репере, установленном на оснастке, имеется фиксирующий штырь, вставляемый в углубление на репере эталона. В зависимости от размеров агрегата на эталоне устанавливают три-четыре реперных площадки.

Готовые эталоны принимаются при обязательной стыковке их с соответствующими эталонами. Все узлы эталона проверяются по предельным калибрам. Конструктивная часть эталона (ферма, крепление узлов) принимается согласно чертежам. После приемки за состоянием эталонов следит и периодически проверяет их контрольное бюро цеха оснастки.

На каждый принятый эталон составляется паспорт, в котором, кроме специальных сведений, отмечают результаты: а) текущей проверки, проводимой после каждой сдачи эталона на хранение в склад; б) периодической проверки по графику; в) капитального ремонта эталона; г) стыковки и нивелировки всех точек стыка группы эталонов.



Фиг. 416. Реперная площадка.

1—реперная площадка на оснастке; 2—реперная площадка на эталоне; 3—штырь.

ГЛАВА X

ЛАКОКРАСОЧНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЕРЕВЯННЫХ АГРЕГАТОВ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Для увеличения срока эксплуатации самолета и улучшения его аэродинамических качеств применяют лакокрасочные покрытия.

Лакокрасочные покрытия, образуя пленку на объектах, создают гладкую поверхность и изолируют древесину и полотно от непосредственного действия атмосферных влияний, предохраняя этим самым их от гниения.

Помимо защиты от внешней среды и улучшения обтекаемости, окраска повышает физико-механические свойства полотна и маскирует самолет на земле и в воздухе.

Пленка, образуемая лакокрасочным покрытием, должна быть прочной, адгезивной, эластичной, водупорной и должна выдерживать все метеорологические и механические воздействия, которым она подвергается во время эксплуатации самолета.

Качество пленки зависит от качества составных частей лаков и красок, подготовки поверхности и условий, при которых наносят покрытия.

В деревянном самолетостроении применяют два вида покрытий: 1) лакомасляные и 2) нитропокрытия. Эти покрытия резко отличаются друг от друга по роду пленкообразования и срокам сушки.

У лакомасляных покрытий пленка образуется в результате физико-химических процессов, происходящих в слое лака или краски. При высыхании масляных лаков и красок пленка увеличивается в весе

вследствие поглощения кислорода из воздуха. Продолжительность сушки зависит от количества введенного сиккатива и длится 16 час. и более.

У нитропокрытий пленка образуется вследствие испарения растворителя и при высыхании уменьшается в весе. Продолжительность сушки зависит от летучести применяемого растворителя и длится около 2—3 час.

Нитропокрытия, несмотря на сравнительно недавнее применение, благодаря многим ценным свойствам вытесняют масляные покрытия из многих областей производства.

2. СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В состав лакокрасочных материалов входят: 1) пленкообразователи (масла и эфиры целлюлозы), 2) смолы, 3) пигменты, 4) растворители, 5) пластификаторы, 6) сиккативы.

Масла

В самолетостроении применяют растительные высыхающие масла. Сырые масла содержат слизистые вещества, которые при нагревании свертываются и выпадают в осадок. Для устранения этого явления масла очищают. Существует несколько способов очистки. Одним из распространенных является способ обработки масла отбельными землями при температуре 130—140°.

Отбельные земли (различного сорта глины — каолин, флоридин и другие) связывают белковые вещества, находящиеся в масле во взвешенном состоянии, и выпадают в осадок.

Сырое масло быстрее всего очищается при нагревании его до температуры 260—280°, при которой слизистые вещества свертываются и выпадают в осадок.

Очищенные масла называются лаковыми маслами.

К растительным высыхающим маслам, применяемым в лакокрасочной промышленности, относятся древесное, льняное, конопляное и подсолнечное.

Древесное масло является одним из лучших. Оно дает прочную водоустойчивую пленку. Нанесенный слой высыхает сразу по всей толщине, а не с поверхности, как это имеет место у других масел. Древесное масло получают из семян лакового дерева, произрастающего в Китае и Японии, путем горячего или холодного прессования. В Советском Союзе лаковое дерево культивируется на Кавказе. Древесное масло свертывается, превращаясь в твердую желатинообразную массу, при температуре 250—300° в течение нескольких минут и при температуре 180° в течение 1—2 час. Для предохранения древесного масла от свертывания к нему добавляют 15% нефтяных кислот или 50% льняного масла.

Из отечественных масел лучшим является льняное, получаемое из семян льна путем горячего или холодного прессования и экстрагирования. Чтобы масло быстрее высыхало в тонком слое, его подвергают обработке — нагревают до 120—140° и выдерживают при этой температуре до полного выделения влаги (прекращается выделение пузырьков водяного пара); затем в него вводят сиккативы и постепенно повышают температуру до 250° и выдерживают в течение 3—4 час. Обработанное таким образом масло называется олифой. Олифа в тонком слое высыхает в несколько часов.

Эфиры целлюлозы. Нитроцеллюлозу получают взаимодействием азотной кислоты, а ацетилцеллюлозу — уксусной кислоты с хлористым цинком. Для ускорения реакции вводят серную кислоту, которая связывает также выделяющуюся воду.

Для производства нитропокрытий применяют нитроцеллюлозу с содержанием азота 11,5—12,5%, называемую колоксилином, и амилцеллюлозу с содержанием 48,0—62,5% уксусной кислоты.

Смолы

Применяют естественные и искусственные смолы. Они служат для создания более твердой и блестящей пленки с высокой адгезией.

Естественные смолы

Копалы — ископаемые смолы, залегающие в земляной коре тропических стран. Они растворяются главным образом в маслах и некоторые виды (шеллак) растворяются в спирте. Копалы имеют большое значение в лакокрасочной промышленности.

Канифоль добывают в Советском Союзе и Америке перегонкой смолы (живицы) хвойных пород. Канифоль в натуральном виде непригодна для производства лаков и поэтому ее облагораживают. При продолжительном нагревании канифоли с глицерином при высокой температуре получают эфир гарпиус, широко применяемый лакокрасочной промышленностью.

Асфальты — углеводороды и их производные образуются из нефти. Они растворяются в скипидаре, хлороформе и в масле при нагревании. Внешний вид — черная масса с блестящим изломом.

Искусственные смолы

Асфальты, или пеки, получают из нефти искусственным путем и облагораживают плавлением с серой, окисью кальция и окисью свинца. При облагораживании у них повышается температура плавления и уменьшается кислотность.

Альбертолы получают взаимодействием фенолов с альдегидами в присутствии естественных смол. Применяют их как заменители копалов. При нанесении они дают хрупкую пленку. Растворяются в бензоле и толуоле.

Белые пигменты

Свинцовые белила — основной углекислый свинец $PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$ — весьма стойкая и укрывистая краска, но ядовитая, и пленка ее под действием сернистых соединений желтеет. Ввиду высокой стойкости целесообразно применять ее для наружной окраски.

Цинковые белила — минеральная белая краска, состоящая из окиси цинка. Менее стойкая и укрывистая краска, чем свинцовые белила, но сравнительно безвредная; пленка под влиянием сернистых соединений не желтеет. Цинковые белила получают путем непосредственного сжигания паров металлического цинка или из цинковых руд.

Алюминевый порошок — пигмент, не пропускающий ультрафиолетовых солнечных лучей, дает водоустойчивое покрытие. Порошок готовят путем толчения опилок и обрезков алюминия или его разбрызгиванием. Перед употреблением порошок должен быть просеян через сито в 16 000 отверстий на 1 см².

Желтые пигменты

Охра представляет собой белую глину, окрашенную окислами железа $Fe(OH)_3$; Fe_2O_3 ; $FeO \cdot Fe_2O_3$ (часто с примесью окислов марганца, придающих ей темную окраску). Охру применяют главным образом с другими красками для получения защитного цвета. Охра — дешевая и распространенная краска, применяется в лакокрасочной промышленности.

Свинцовый крон $PbCrO_4$ — укывистая и стойкая краска, но боится щелочей и ядовита.

Цинковый крон $ZnCrO_4$ — менее укывистая краска, чем свинцовый крон, не ядовитая и не боится щелочей, растворяется в горячей и частично в холодной воде.

Свинцовый и цинковый кроны являются хорошими пигментами для грунтов и шпаклевок.

Синие пигменты

Лазурь. Различают лазурь цельную, без посторонних примесей, и лазурь сортовую (1-го и 2-го сорта) с примесью тяжелого шпата, легкого шпата и глинозема. Лазурь цельная называется парижской лазурью или Милори, а лазурь sortовая — берлинской лазурью.

Лазурь представляет собой железисто-синеродистую соль. Это интенсивный пигмент, неядовит, устойчив к атмосферным влияниям, но боится щелочей и быстро изменяет свой цвет на коричневый. В производстве часто добавляется к черным и белым краскам.

Зеленые пигменты

Хромовая зелень Cr_2O_3 — стойкая и укывистая зеленая краска, изготавливается путем нагревания измельченной смеси хромпика с порошком древесного угля, серы и крахмала (восстановителя). Она не растворяется в кислотах и щелочах и не изменяется при нагревании.

Глифталевые смолы получаютс взаимодействием фталевого ангидрида с глицерином при высокой температуре. Они дают лаки и эмали высокого качества.

Кумароновые смолы получаютс из сольвентнафты. Это самые дешевые смолы. Они широко распространены в лакокрасочной промышленности.

Пигменты

Пигменты служат для увеличения влагоустойчивости пленки и придания изделию нужной расцветки. Они относятся к веществам минерального происхождения и не растворяются в связующем их веществе.

Пигменты, перед употреблением должны быть хорошо измельчены для получения однородной массы при растирании их с маслом.

Пигменты характеризуются красящей способностью, укывистостью и светоустойчивостью. Под красящей способностью, или интенсивностью, пигмента понимается его способность влиять на цвет других пигментов при смешивании с ними. Укывистостью, или кроющей способностью, называют способность наносимого слоя краски скрыть цвет окрашиваемой поверхности. Оценкой укывистости пигмента служит его расход на единицу покрываемой поверхности.

Пигменты, применяемые в самолетостроении, должны быть светоустойчивыми и не изменять своего цвета под влиянием солнца.

Наибольшее применение имеют следующие пигменты.

Черные пигменты

Сажа — самый распространенный черный пигмент, получается сжиганием органических веществ при недостатке или без доступа воздуха. Сажа делится на три сорта:

- ламповую (марка Л), получаемую сжиганием углеводородов в специальных лампах (высший сорт);
- пламенную (марка П), получаемую сжиганием углеводородов в открытых жаровнях;

древесную (марка Д), получаемую сжиганием древесных отходов и смолы.

Сажа содержит различного рода примеси. Для удаления примесей ее обрабатывают едкой щелочью, в результате чего получается чистый порошок химически чистого углерода.

Растворители

Для нитропокрытий

Наибольшее применение имеют следующие растворители (растворяют эфиры целлюлозы):

Ацетон CH_3COCH_3 является продуктом сухой перегонки дерева, имеет удельный вес 0,8 и пределы кипения 55—60°.

Этилацетат $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ имеет удельный вес 0,895 и пределы кипения 78—80°, получается при перегонке уксусной кислоты и этилового спирта в присутствии серной кислоты. Этилацетат является одним из лучших растворителей и вследствие меньшей скорости испарения, чем у ацетона, почти не вызывает побеления лаковой пленки. Этилацетат растворяет ацетилцеллюлозу только в смеси со спиртом (спирта 5—30%).

Амилацетат $\text{CH}_3\text{COOC}_5\text{H}_{11}$ — бесцветная прозрачная жидкость с удельным весом 0,870—0,875 и пределами кипения 120—145°, хорошо растворяет нитроцеллюлозу.

Бутилацетат имеет удельный вес 0,875—0,890, пределы кипения 110—130°, является одним из важнейших растворителей нитроцеллюлозы.

Для масляных лаков

Скипидар имеет удельный вес 0,850—0,880, пределы кипения 150—180°, добывается нагреванием смолы хвойных пород. При соприкосновении с воздухом окисляется, поглощая кислород. Это свойство скипидара имеет большое значение при высыхании и образовании лаковой пленки.

Уайтспирит является продуктом перегонки нефти; удельный вес его 0,770, пределы кипения 140—200°; применяется для приготовления масляных лаков и нитролаков. Для приготовления нитролаков рекомендуется применять в смеси с толуолом, так как уайтспирит растворяет не все смолы, вследствие чего может получаться помутнение пленки.

Разбавители служат для доведения лакокрасочного материала до рабочей вязкости. При разбавлении нитроцеллюлозных лаков разбавители должны смешиваться во всех отношениях со всеми составными частями лака. В качестве разбавителей применяют следующие вещества: бензол (моторный авиационный), толуол, спирты (метиловый, этиловый и бутиловый), растворитель РДВ.

Спирты являются хорошими разбавителями, но растворяют нитроцеллюлозу только при добавлении к ним небольшого количества подлинных растворителей (бутилацетата, амилацетата и других); поэтому они относятся к косвенным, или скрытым, растворителям.

Растворитель РДВ служит для разбавления нитролаков, нитроэмалей и нитрошпаклевок. Он состоит из смеси растворителей и готовится по рецептуре, приведенной в табл. 52.

Таблица 52

Рецептура растворителя РДВ
(состав в % по весу)

Наименование компонентов	Номер смеси растворителя РДВ		
	1	2	3
Ацетон	3	—	6
Этилацетат	9	15	—
Бутилацетат или амил- ацетат	18	15	24
Этиловый спирт	10	10	10
Бутиловый спирт	10	10	10
Бензол	50	50	50
Итого . . .	100	100	100

Пластификаторы

Пластификаторы (смягчители) вводят в лакокрасочные материалы на эфирах целлюлозы для увеличения их эластичности, жизнеспособности и уменьшения воспламеняемости пленки.

Пластификаторы должны медленно улетучиваться из пленки и иметь высокую температуру воспламенения; обладать устойчивостью против действия света и низких температур; должны быть негигроскопичны, не смешиваться с водой и иметь постоянный химический состав.

Для нитроцеллюлозных лаков в качестве пластификаторов применяют дибутилфталат и трикрезилфосфат. Для ацетилцеллюлозных лаков — дибутилфталат, бензиловый спирт и трифенилфосфат.

В качестве пластификатора применяют также касторовое масло.

Сиккативы

Чтобы ускорить высыхание масла, в него вводят окиси и перекиси свинца, марганца и кобальта. Эти вещества ускоряют поглощение кислорода воздуха маслом, а следовательно, ускоряют высыхание. Окиси и перекиси свинца, марганца и кобальта называются сиккативами, или катализаторами.

Сочетания различных сиккативов действуют сильнее, чем каждый из них в отдельности, за исключением окиси кобальта. Однако вводить сиккативы нужно в строго ограниченном количестве, так как избыток их значительно сокращает срок службы пленки, она теряет эластичность и преждевременно стареет.

3. НАЗНАЧЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Грунт

Грунт наносится непосредственно на древесину и защищает ее от гниения. Для лучшей защиты покрываемого объекта грунт должен создавать прочную, эластичную, водоустойчивую пленку, обладающую

высокой адгезией. От качества грунтовки зависит прочность всего лакокрасочного покрытия. Степень адгезии зависит от качества применяемого грунта и тщательности подготовки покрываемой поверхности.

Под лакокрасочные покрытия деревянных агрегатов следует применять такие грунты, которые проникают равномерно в поры древесины, создавая на поверхности после высыхания тонкую пленку одинаковой толщины.

Пигментированные грунты дают лучшие результаты, так как они равномерно впитываются в древесину, а сам пигмент заполняет поры.

Пленка грунта частично растворяется последующим покрытием, что обеспечивает лучшую сцепляемость с ним.

В деревянном самолетостроении большое распространение получили нитрогрунты. Они быстро высыхают и дают более водоупорную пленку, но с меньшей адгезией. Вредность при работе с нитрогрунтами выше.

Нитрогрунты состоят из нитроцеллюлозы, смолы, пластификаторов, пигментов и растворителей. Нитрогрунт содержит 6—10% нитроцеллюлозы и примерно такое же количество смолы и пластификатора.

Масляные грунты состоят из высыхающего масла, смолы, сиккативов, пигментов и растворителей.

Шпаклевка

Шпаклевкой заглаживаются неровности и шероховатости окрашиваемой поверхности. Ее наносят в несколько тонких ровных слоев с последующей шлифовкой. После шлифовки поверхность должна быть ровной и гладкой. Чтобы лучше заполнились неровности и поры древесины, кроме минеральных пигментов, в шпаклевку вводят тальк, мел, каолин и другие наполнители, имеющие мелкую и мягкую структуру.

Шпаклевка должна вызывать некоторое набухание пленки лежащего под ней слоя и хорошо с ним сцепляться, образовывать монолитную массу с последующими слоями покрытий и создавать прочную, эластичную и водоупорную пленку.

В самолетостроении применяются масляные и нитроцеллюлозные шпаклевки.

Нитрошпаклевки дают быстро высыхающую и водоупорную пленку. Нанесенный слой нитрошпаклевки при температуре 18—23° сушится всего 2—3 часа, а слой масляной шпаклевки — около 24 час. Нитрошпаклевка содержит 6—8% нитроцеллюлозы, такое же количество пластификатора, 5% смолы, 40—50% пигмента и остальное — растворители. Сухой остаток должен быть не менее 70%.

Масляные шпаклевки бывают чисто масляные и лаковые. Чисто масляные шпаклевки состоят из масла, пигмента и сиккатива. Лаковые шпаклевки, кроме масла, пигмента и сиккатива, содержат еще смолу и растворители.

Пленку в лаковой шпаклевке образует смоляно-масляный лак, который дает водоупорную, твердую пленку с высокой адгезией.

Масляные лаки

Масляные лаки защищают внутренние поверхности деревянных агрегатов самолета. Они состоят из масла, смолы, сиккатива и растворителей. Для изготовления лаков применяют лаковое масло, очищенное от слизи и белковых веществ.

Лаки с большим содержанием смолы называются тощими, с меньшим содержанием смолы — жирными. Тощие лаки при высыхании

дают твердую, но мало эластичную пленку. Для последнего слоя покрытия следует применять жирный лак, дающий эластичную пленку.

Масляный лак изготовляют следующим образом.

В расплавленную смолу небольшими порциями добавляют лаковое масло, нагретое до температуры 200°. После прибавки каждой порции масла температуру сплава повышают и доводят ее до 310—320°. Затем добавляют сиккатив и растворитель.

При введении в масляный лак пигмента и разбавителя получается краска, называемая эмалью. Эмали применяют для защиты внутренних поверхностей агрегатов самолета.

Аэролаки

Аэролаки (лаки на эфирах целлюлозы) применяют для покрытия деревянных агрегатов самолета.

Аэролаки бывают бесцветные и цветные.

Бесцветные аэролаки, или аэролаки первого покрытия, применяют для придания лучших аэродинамических качеств самолету, для создания натяжки полотна и повышения его упругих свойств и крепости, а также для защиты древесины и полотна от разрушительного воздействия переменных атмосферных условий. Бесцветные аэролаки состоят из эфира целлюлозы, пластификаторов, растворителей и разбавителей.

Цветные аэролаки, или аэролаки второго покрытия, применяют для маскировки самолета и защиты внутренних слоев покрытия. Они состоят из эфира целлюлозы, пластификаторов, смолы, пигментов, растворителей и разбавителей.

Шлифовальные и полировочные пасты

Современное состояние авиации требует от лакокрасочного покрытия не только защиты деталей самолета от воздействия атмосферных влияний, но и гладкой поверхности. Тщательная отделка поверхности самолета в значительной степени способствует повышению его скорости, поэтому часто окрашенную поверхность шлифуют и полируют. Шлифованием заглаживают и выравнивают все шероховатости лакокрасочного покрытия, а полированием отшлифованной поверхности придают зеркальный блеск и глянец.

Поверхности шлифуют и полируют специальными пастами, состоящими из смеси мелкодисперсных порошков каолина, инфузорной земли и др. (абразивы) и невысыхающих масел (вазелиновое и касторовое) с добавлением воска и парафина в качестве связующих. В полировочную пасту добавляют 5—6% воды.

Для восстановления глянца лакированной поверхности применяют полировочную воду, состоящую из 70% воды, 8—9% абразива и 21—22% невысыхающего масла.

4. ТЕХНОЛОГИЯ НАНЕСЕНИЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ

Лакокрасочное покрытие деревянных агрегатов самолета необходимо проводить в специальном светлом, чистом и просторном помещении, оборудованном пульверизационной установкой, сушильной камерой и приточно-вытяжной вентиляцией. Пульверизационную установку располагают в специальной камере, в которой окрашивают агрегаты. Окраска пульверизатором непосредственно в цехе запрещается.

При окраске кистями обмен воздуха в помещении цеха должен быть не менее чем 10-кратный, а при окраске пульверизатором —

20-кратный. Температура и относительная влажность воздуха в помещении должны обеспечивать равновесную влажность древесины в пределах 8—12%.

Нанесение лакокрасочных материалов производят следующими инструментами.

Окрашивают агрегаты самолета круглыми кистями разных размеров. Кисти изготовляют из отбеленной и обезжиренной щетины с добавлением 12—15% конского волоса для придания кисти равномерной толщины. Торцы кисти для прочности смазывают клеем или спиртовым лаком.

Растушевывают (выравнивают свеженанесенный слой краски) плоскими флейцами. Флейцы делают из барсучьего волоса.

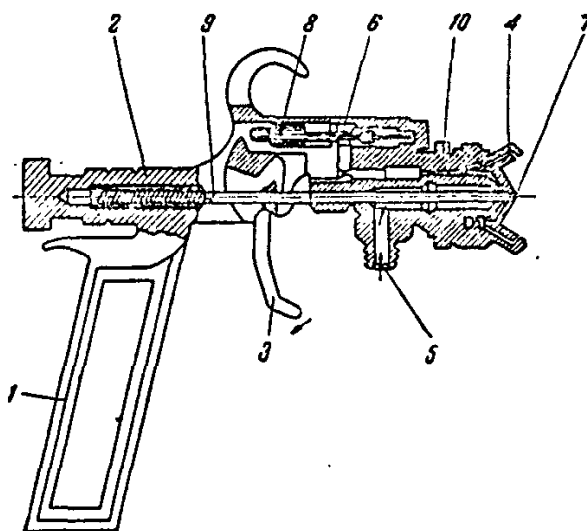
Для мелких работ применяют филечатые, колоиковые и цировочные кисти, изготавливаемые из волос хорька, белки и куницы.

Шпаклюют деревянными и металлическими шпателями. Для нанесения первого слоя шпаклевки лучше применять шпатели деревянные. Стальные шпатели вследствие наличия на обрабатываемой поверхности шероховатостей делают скачки. Для последующей шпаклевки лучше применять стальные шпатели. От качества шпателя в значительной мере зависит производительность труда рабочего. Поэтому лезвие шпателя должно быть не толстым, но достаточно упругим и хорошего качества.

Наряду с ручным нанесением лакокрасочных покрытий применяют механизированное нанесение по методу пульверизации специальными распылителями.

Пульверизационная установка состоит из: 1) электродвигателя, 2) фильтра для очистки воздуха, поступающего в компрессор, 3) двухцилиндрового компрессора, 4) масло-водоотделителя для очистки воздуха от масла и влаги, 5) красконагнетательного прибора и 6) распылителя.

Распылитель устроен по принципу форсунки. На фиг. 417 показан распылитель американской фирмы Де-Вильбис. Он состоит из корпуса 2, ручки 1, курка 3 и сменяемой головки 4. Краска из красконагнетательного прибора в распылитель поступает через канал 5, а воздух к месту выхода краски 7 через канал 6. Распылитель начинает работу с момента нажатия на курок. При отводе курка отодвигается бобышка с ползуном 8, регулирующая поступление воздуха, и игла 9, регулирующая поступление краски. Движение ползуна начинается раньше, чем движение иглы, и поэтому из распылителя выходит сначала только воздух, а затем, при дальнейшем движении курка, появляется краска. В зависимости от положения втулки 10 можно получить струю плоской, круглой или овальной формы.



Фиг. 417. Распылитель американской фирмы Де-Вильбис.

Краски и лаки поступают в распылитель под давлением 2,5—3,0 атм.

Кисти, шпатели, распылители и всю посуду необходимо содержать в чистоте. Сразу после окончания работы кисти следует мыть в теп-

лой воде с мылом или растворителях (скипидаре, бензине, уайтспирте). Флейцы, филенчатые и другие мелкие кисти можно мыть только в теплой воде с мылом во избежание пересушки волос.

Кисти, покрытые аэролаками, необходимо отмывать в смывке, растворителе РДВ или в ацетоне, так как вода вызывает выпадение трудно удалимой клетчатки в виде белых хлопьев. Распылитель промывают в специальных растворителях или в ацетоне.

Подготовка поверхности к окраске

Внутренняя поверхность агрегата должна быть зачищена циклей от потеков клея, мусор и пыль удалены сухой волосистой кистью, щеткой или пылесосом. Особенно тщательно готовят наружную поверхность, так как наружное покрытие работает в более неблагоприятных условиях, чем внутреннее, и наружная поверхность должна иметь хорошие аэродинамические качества.

Окрашиваемая поверхность (обшивка) не должна иметь гвоздей, провалов, вмятин, потеков клея и неровностей. Исправлять дефекты обшивки наложением толстого слоя шпаклевки не разрешается. Наружную поверхность зачищают шкуркой № 1. Фанерную обшивку или обшивку, выклеенную из шпона, следует зачищать осторожно во избежание счистки наружного слоя шпона, что может снизить прочность обшивки.

Жировые загрязнения на внутренней и наружной поверхностях удаляют протиранием таких мест чистой тряпкой, смоченной в РДВ, смывке или бензине.

Покрываемую поверхность следует тщательно обезжировать, так как краска, нанесенная на жирную поверхность, расплывается, а адгезионная способность и прочность пленки значительно снижаются.

Окраска внутренних поверхностей

При выборе покрытия для окраски внутренних поверхностей следует учитывать, каким клеем склеивались детали и агрегаты. При склейке казеиновым клеем можно рекомендовать следующие три варианта покрытий.

Первый вариант. Нанесение кистью двух слоев хлорвинилово-й эмали серого цвета марки ДД118-Б или пульверизатором трех слоев марки ДД118-А. Расход эмали при нанесении кистью — 175 г/м^2 , а пульверизатором — 200 г/м^2 для каждого слоя. Каждый слой нанесенной эмали следует сушить не менее $1\frac{1}{2}$ час.

Различают высыхание лакокрасочного покрытия неполное и полное. При неполном высыхании образуется тонкая пленка, с которой насыпанный порошок ликоподия удаляется сдуванием или мягкой кистью, при этом пленка дает еще «отлип». При полном высыхании пленка отлипает не дает.

Хлорвиниловая эмаль состоит из раствора хлорвиниловой смолы в органических растворителях с добавлением алкидной смолы и пигментов, тертых на пластификаторе. Пленка хлорвиниловой эмали трудно воспламеняется и снижает горючесть деревянного агрегата.

Второй вариант. Сначала на поверхность наносят кистью нитрогрунт ДД113 и просушивают ее в течение $1\frac{1}{2}$ час. Расход грунта — 200 г/м^2 . Затем наносят два слоя алюминиевого аэролака АПАл(к). Каждый слой аэролака следует сушить не менее 2 час. Расход аэролака на один слой — 150 г/м^2 .

Третий вариант. Наносят кистью два слоя масляной эмали А-14 или глифталевой эмали А-14Ф. Сушка первого слоя эмали — 16 час., второго — 20 час. Расход эмали на каждый слой — $55\text{—}60 \text{ г/м}^2$.

Если употреблялся смоляной клей, то, кроме указанных трех вариантов покрытий, можно применять для покрытия внутренних поверхностей смоляной лак № 1 с вязкостью 12—17° ФЭ и наносить его кистью плотным сплошным слоем. Каждый слой лака нужно сушить не менее 2 час.

Смоляной лак образует прочную, водоупорную пленку, хорошо предохраняющую древесину от увлажнения и гниения.

Смоляной лак № 1 изготовляют непосредственно перед употреблением в количестве 6—8-часовой потребности по рецепту:

Смолы ВИАМ-Б или Б	100 вес. ч.
Керосинового контакта	20 . .
Ацетона	15 . .

Приготовление лака аналогично приготовлению смоляного клея. Лак можно разбавлять ацетоном, этиловым спиртом или их смесью в соотношении 1:1.

Окраска наружных поверхностей

Окраску наружных поверхностей деревянных агрегатов самолета разбивают на следующие самостоятельные операции: 1) грунтовку; 2) шпаклевку; 3) заделку торцов, лючков и поверхностей, стыкующихся с металлическими узлами и накладками; 4) шлифовку поверхностей; 5) оклейку тканью; 6) нанесение промежуточных лакокрасочных слоев; 7) нанесение цветных (окончательных) лакокрасочных слоев; 8) окончательную отделку.

Технологический процесс окраски наружных поверхностей строят в следующей последовательности.

Грунтовка

Подготовленную поверхность покрывают грунтом. Можно грунтовать масляным, нитроцеллюлозным и глифталевым грунтом; покрывать кистью или пульверизатором. Грунт должен быть пигментирован.

Нанесенный слой масляного грунта следует сушить при температуре 18—23° в продолжение не менее 24 часов, слой глифталевого грунта — М-138 — не менее 6 час. и нитрогрунта — 1½—2 часов. Продолжительность сушки масляного и глифталевого грунта М-138 можно значительно сократить, применяя подогрев пленки до температуры 50—60°.

На основании проведенных авторами экспериментальных работ можно утверждать, что подогрев глифталевого грунта М-138 до 50—60° не снижает качества пленки грунта, клеевых соединений и древесины и сокращает в пять-шесть раз продолжительность сушки нанесенного слоя.

Слой глифталевого грунта М-138 рекомендуется подогревать по следующему режиму:

Выдержка до подогрева	10 мин.
Подогрев до температуры 50—60°	45—50 .
Охлаждение	15—20 .

По существующей технологии поверхности грунтуют нитроклеем АК-20 в два слоя. Места, загрязненные смоляным клеем, грунтуют сначала тонким сплошным слоем грунта М-138, а после этого наносят два слоя нитроклея АК-20. Глифталевый грунт М-138 является переходным покрытием от смоляного к нитропокрытию. Расход нитроклея АК-20 при нанесении кистью — 170 г/м², пульверизатором — 200—220 г/м² для каждого слоя.

Шпаклевка

Стыки фанерной обшивки, лобовые поверхности крыла и обшивки, выклеенные из шпона, шпаклюют тонким слоем нитрошпаклевки АШ-30 при помощи деревянного шпателя. Шпаклевку следует наносить как можно более тонким слоем, так, чтобы только заглаживались шероховатости поверхности. Утолщенный слой дает менее прочное покрытие и быстро отваливается. Слой нитрошпаклевки следует сушить:

при температуре 12—17° — 2½ часа
 „ „ 18—35° — 2 „

После сушки поверхность зачищают шкуркой № 1-3; пыль удаляют сухой волосяной кистью или щеткой.

Заделка торцов, лючков и поверхностей стыкующихся с металлическими узлами и накладками

Торцы и лючки необходимо тщательно заделывать, так как влага через них легко проникает в древесину. Плохая заделка торцов может вызвать разрушение лакокрасочного покрытия и загнивание деталей агрегатов.

Торцы, лючки и поверхности, стыкующиеся с металлическими узлами и накладками, покрывают кистью тонким слоем нитроклея АК-20. На непросохший слой клея накладывают ленту с заходом 50—60 мм на основную поверхность и 15—20 мм на внутреннюю. Ленту приглаживают руками, затем на нее наносят слой нитроклея АК-20 и сушат в течение 3 час.

После сушки наклеенные места слегка зачищают шкуркой № 1 и снова наносят два слоя нитроклея АК-20. Каждый слой нитроклея сушат не менее 1½ час., после этого зачищают шкуркой № 0. На зачищенную поверхность наносят слой алюминиевого аэролака АПАл(к). На поверхности, которые не будут покрываться при склейке тканью, наносят два слоя алюминиевого аэролака. Сушка каждого слоя должна быть не менее 1 часа.

Операции 2 и 3 можно производить одновременно.

Шлифовка поверхности

Неровности, образовавшиеся при нанесении шпаклевок, красок и лаков, снимают шлифованием.

Шлифовать можно вручную и шлифовальными аппаратами. Ручное шлифование — тяжелая, вредная и трудоемкая работа. Шлифовальные аппараты применяют различной конструкции, некоторые из них имеют устройства, удаляющие пыль. Шлифовать нужно осторожно, чтобы не прошлифовать поверхность до окрашиваемого материала.

Окле́йка тканью

После зачистки шпаклевки, поверхность протирают сухой чистой тряпкой и наносят небольшими участками жирный слой нитроклея АК-20. На непросохший нитроклей сразу накладывают ткань АОД или маркизет (суровые), разравнивают ее и покрывают слоем нитроклея АК-20, затем плотно протирают тряпичным тампоном. Ткань на торцевых частях загибают внутрь на 20—50 мм, не оставляя на внешней поверхности обрезанных кромок ткани. Отдельные полотнища ткани соединяют внахлестку с перекрытием на 15—20 мм. После нанесения на ткань слоя нитроклея АК-20 сушат:

при температуре 12—17° — 8 час.
18—35° — 6 .

Второй слой цветных аэролаков можно наносить и после окончательной сборки самолета.

Камуфляжный слой аэролаков сушат:

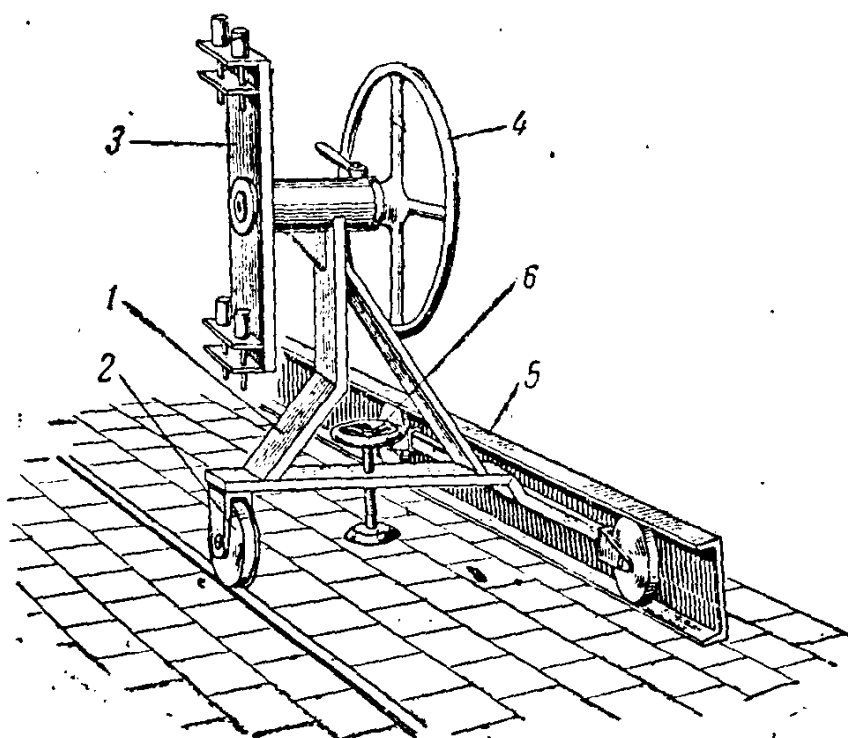
при температуре 12—17° — 6 час.

18—35° — 5 .

Расход цветных аэролаков второго покрытия при нанесении пульверизатором — 220—250 г/м² и кистью — 150—175 г/м² для каждого слоя.

Окончательная отделка

Окончательно отделывают окрашенные наружные поверхности агрегатов самолета путем шлифования и полирования специальными пастами. Матовые поверхности самолета не полируют, а только шлифуют.



Фиг. 418. Тележка конвейера для окраски консоли крыла.

Шлифуют и полируют вручную или специальными электродрелями со скоростью вращения диска около 2000 об/мин. Глянец наводят после полировки сначала байкой, а затем цигейкой до получения нужного блеска. Полируют обычно после облета самолета.

На крупносерийных заводах агрегаты самолета окрашивают на конвейере. На конвейерную окраску следует переводить все основные агрегаты (фюзеляж, центроплан, консоль крыла).

Конвейер должен проходить через пульверизационные и сушильные камеры, причем скорость конвейера следует согласовывать с продолжительностью операции окраски и технологическими выдержками.

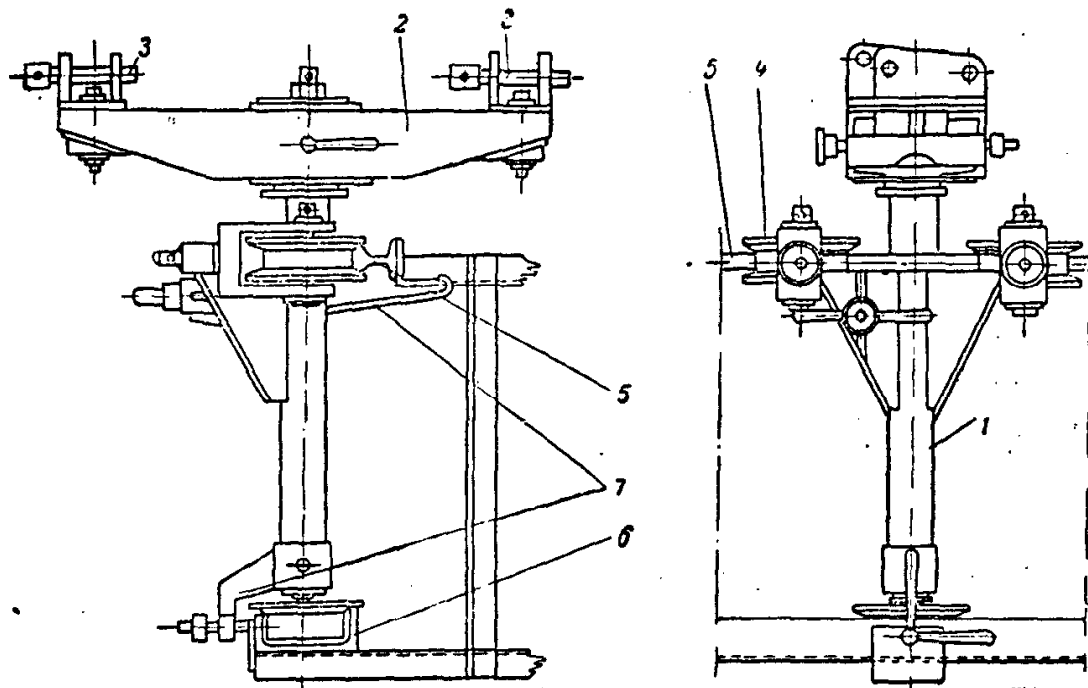
Для сокращения цикла производства агрегатов и лучшего использования конвейера необходимо повышать производительность труда путем механизации окраски и уменьшать технологические выдержки, применяя подогрев окрашиваемых поверхностей.

Конвейеры делают горизонтально замкнутые. Рельсы могут быть уложены непосредственно на пол или на специальную эстакаду. Конвейер с рельсами, уложенными непосредственно на пол, занимает меньше места в цехе и с производственной точки зрения более удобен,

но он имеет более громоздкие и тяжелые тележки. Конвейер эстакадного типа занимает много места и неудобен в работе, но тележка у такого конвейера более компактная и легкая.

Выбор конвейера в каждом отдельном случае должен решаться в зависимости от местных условий. Передвижение тележек следует механизировать, вручную можно передвигать только легкие и небольшие по габариту агрегаты.

На фиг. 418 показана схема тележки конвейера для окраски консоли крыла с рельсами, уложенными непосредственно на пол. Тележка состоит из рамы 1, трех ходовых роликов 2, держателя 3 и штур-



Фиг. 419. Тележка эстакадного типа для окраски консоли крыла.

1—рама тележки; 2—держатель; 3—фиксаторы по стыковым узлам консоли крыла; 4—ходовые ролики; 5—рельс; 6—швеллер; 7—крепление тележки во время окраски консоли.

вала 4. Консоль крыла стыковыми узлами крепят в держателе. Для устроения опрокидывания тележки с прикрепленной консолью крыла ходовой ролик 2 ходит в швеллере 5. Во время окраски консоли крыла тележку жестко крепят фиксатором 6.

Во время окраски консоль крыла можно поворачивать штурвалом 4 на 180°.

На фиг. 419 показана схема тележки конвейера эстакадного типа для окраски консоли крыла. Эта тележка более легкая и компактная. Тележка имеет три ходовых ролика, поэтому ее можно перекачивать с одной ветви конвейера на другую по концевым секциям без дополнительного приспособления.

5. ДЕФЕКТЫ В ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЯХ

В лакокрасочной пленке при ее нанесении или в эксплуатации часто образуются различные дефекты. Причины появления дефектов следующие:

- а) применение некачественных лакокрасочных материалов; недостаточно тщательная подготовка поверхности;
- б) нарушение технологии покрытия;

в) низкая температура в малярных цехах, высокая относительная влажность воздуха, засоренность цеха и

г) плохой уход и наблюдение за покрытием во время эксплуатации.

Для получения покрытий высокого качества необходимо хорошо знать свойства лакокрасочных материалов и правильно их использовать. Рабочий персонал должен знать элементарные правила малярной техники и строго соблюдать технологию покрытия.

При эксплуатации появление дефектов и их развитие можно предупредить хорошим уходом за покрытием и своевременным его ремонтом.

Наиболее распространены следующие дефекты:

1. Вдутья и пузыри — получаются при применении недостаточно просушенной древесины. Влага из древесины под действием тепла или солнечных лучей испаряется и пары воды поднимают пленку. Образуются вдутья и пузыри, которые лопаются, и пленка сдвигается.

2. Трещины и разрывы пленки, иногда доходящие до древесины, — получаются при нанесении лакокрасочного слоя на невысохший предыдущий слой или когда предыдущий слой имеет большой коэффициент удлинения. При дальнейшем развитии этого дефекта образуются чешуйки и шелушение пленки.

В теплое время года на лакокрасочном покрытии наблюдаются трещины, которые появляются вследствие образования трещин на деревянной обшивке.

3. Прыщеватость и желтые точки в виде сыпи получаются, если преждевременно пускают в эксплуатацию окрашенные изделия.

4. Шероховатость и засоренность пленки получаются вследствие плохой подготовки покрываемой поверхности, применения пигмента крупного размола и приставания к поверхности во время нанесения краски или ее сушки различного сора.

5. Краска легла неровным слоем, не растушевалась.

Получается этот дефект в результате применения красок и лаков повышенной вязкости, сырой древесины и вследствие наличия жировых пятен на окрашиваемой поверхности.

6. Плохая адгезия пленки получается при применении низкого качества лакокрасочных материалов и наличия жировых пятен на покрываемой поверхности.

7. Сморщивание, натеки и образование складок — в результате нанесения жирного слоя лака или краски.

8. Омеление — разрушение связующего вещества (масла) в пигментированной пленке — получается под влиянием света, воды и химических реакций, вследствие чего пигмент выветривается, образуя на поверхности пылеобразный порошок.

9. Полное разрушение покрытия получается на поверхности под действием атмосферных влияний и солнечных лучей при некачественной лакокрасочной продукции.

Дефекты, характерные для нитропокрытий:

1. Побеление пленки, появление мути и белых пятен из-за несоответствующего подбора летучих частей лака и повышенной влажности воздуха малярного цеха.

2. Появление точек на пленке вследствие жирного слоя нитролака или высокой температуры в помещении. При этом верхний слой пленки высыхает быстрее внутренних. При дальнейшем высыхании пары испаряющейся жидкости из нижнего слоя при выходе разрывают пленку.

3. Пожелтение пленки бесцветного аэролака при применении некачественной нитроцеллюлозы.

6. РЕМОНТ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ

Лакокрасочное покрытие является дешевой и надежной защитой поверхностей деревянных агрегатов самолета, но достаточно небольших трещин или даже риск на поверхности пленки, как ее защитные свойства понижаются и начинается разрушение защищаемого агрегата. При эксплуатации необходимо тщательно наблюдать за лакокрасочным покрытием и своевременно ремонтировать все замеченные дефекты. Этим можно значительно удлинить срок службы лакокрасочных покрытий.

Ремонт лакокрасочных покрытий может быть частичный (местный — отдельных повреждений) и общий — перекраска всего самолета.

Частичный ремонт. а) Ремонт мелких трещин, царапин и восстановление потерявших цвет или загрязненных наружных поверхностей, если полотно не повреждено и хорошо держится на древесине. Поверхность с дефектами промывают сначала 3%-ным раствором зеленого мыла в воде, а затем чистой водой и просушивают в течение 5—10 час. После сушки поврежденное место зачищают шкуркой № 1, трещины затирают чистым тампоном, смоченным в РДВ, затем окрашивают.

Если краска хорошо сохранилась, окрашивают только одним слоем аэролака. Если слой краски снят до шпаклевки, то поверхность сначала грунтуют бесцветным алюминиевым аэролаком, а затем окрашивают цветными аэролаками по существующей технологии.

б) Ремонт глубоких царапин, трещин и вмятин на наружных поверхностях. Поврежденное место пленки прорезают до древесины острым ножом в виде прямоугольника и снимают слой покрытия. Древесину просушивают, зачищают шкуркой и протирают тряпкой, смоченной в РДВ или бензине. Подготовленную поверхность покрывают по существующей технологии.

в) Ремонт трещин, царапин и других дефектов на внутренних поверхностях. На поврежденном месте зачищают краску циклей или шкуркой, протирают чистыми тряпками и наносят покрытие по одному из четырех вариантов лакокрасочного покрытия внутренних поверхностей.

При общем ремонте лакокрасочное покрытие полностью снимают с поверхности агрегата и снова его окрашивают по существующей технологии.

Во всех случаях ремонта детали, пораженные синевой или другими вредителями, заменяют новыми.

ГЛАВА XI

ВНУТРИЗАВОДСКИЙ ТРАНСПОРТ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Внутризаводский транспорт можно разделить на:

межцеховой (доставка сырья, перемещение из цеха в цех заготовок, деталей и агрегатов, удаление отходов и перемещение готовой продукции) и

внутрицеховой (перемещение сырья, заготовок, деталей и агрегатов внутри цеха от одного рабочего места к другому по ходу технологического процесса).

При поточном методе производства и конвейерной сборке транспортные операции переплетаются с технологическими, поэтому роль внутризаводского транспорта весьма ответственна. Только при хорошем состоянии внутризаводского транспорта можно ритмично работать и значительно сократить число рабочих, занятых на транспортных операциях.

Транспортные устройства по характеру перемещения грузов делятся на две группы:

а) транспортные устройства непрерывного действия с непрерывным движением по замкнутому кругу без остановок для загрузки и разгрузки;

б) транспортные устройства периодического действия; в этом случае тележки и вагонетки совершают переменное-возвратное движение с остановками для загрузки и разгрузки.

2. ТРАНСПОРТНЫЕ УСТРОЙСТВА НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Транспортные устройства непрерывного действия могут быть с тяговым приспособлением — цепные, канатные и ленточные транспортеры и конвейеры и без тяговых — рольганги.

Цепные, канатные и ленточные транспортеры применяют для штучных грузов (досок, реек, заготовок и деталей) и насыпных (стружек, опилок и щепы). Для штучных грузов применяют плоские ленты, пластинчатые цепи, продольные и поперечные транспортеры, подвесные цепные и канатные конвейеры, а для насыпных — плоские и корытообразные ленты, пластинчатые цепи и различного рода лотки, ковши и другие рабочие приспособления.

Транспортеры имеют следующие основные части:

1) рабочие органы — приспособления, несущие или захватывающие грузы (траверсы, крючья, ковши, скребки и др.);

2) тяговые приспособления, служащие для передачи движущей силы (цепи, канаты, ленты);

3) ходовые опорные части (ходовые ролики, поддерживающие ролики и скользящие опоры);

4) приводные станции, состоящие из ведущих барабанов, звездочек и блоков;

5) натяжные станции, создающие монтажное натяжение в тяговых приспособлениях.

Не у всех транспортеров имеются перечисленные части. Например, в ленточных транспортерах рабочие органы совмещаются с тяговыми, в катковых транспортерах — с опорными ходовыми частями и т. д.

Тяговые приспособления

При выборе тягового приспособления на транспортные устройства необходимо учитывать гибкость, удобство прикрепления рабочих органов и удлинение во время эксплуатации.

Гибкость тягового приспособления влияет на размеры привода. Менее гибкое тяговое приспособление требует установки ведущего барабана или звездочки большего размера.

Удлинение тягового приспособления особенно нежелательно в цепных транспортерах, где цепь удлиняется в результате износа звеньев в сочленениях.

В цепных транспортерах цепь приводится в движение звездочками с зафиксированным положением зубьев; при удлинении цепи происходит несовпадение звеньев цепи с зубьями звездочки, вследствие чего цепь будет сваливаться со звездочки.

Для уменьшения удлинения цепи при эксплуатации в транспортных устройствах применяют цепи с длинными звеньями.

Для устранения удлинения тяговых приспособлений применяют натяжные станции.

Цепи

В транспортных устройствах в основном применяют цепи с круглыми звеньями, полупластинчатые и пластинчатые.

Цепи имеют следующие преимущества:

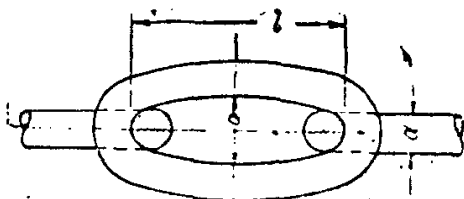
- а) просто и удобно закрепляются с разными конструкциями рабочих органов;
- б) позволяют применять ведущие и направляющие блоки и звездочки небольших диаметров;
- в) цепь можно выбрать на любую грузоподъемность.

Наряду с положительными качествами цепи имеют следующие недостатки: быстрый износ трущихся поверхностей в местах соприкосновения звеньев или в шарнирах; требуют точного изготовления звеньев, а в цепях с круглыми звеньями и калибровки; при работе внезапно разрываются и имеют большой вес.

Сварные цепи с круглыми звеньями

Сварные цепи с круглыми звеньями изготавливают из стали марок 15 А и 20 А.

Для совпадения шага цепи с шагом зубьев звездочки применяют калиброванные сварные цепи. Для уменьшения удлинения тягового приспособления



Фиг. 420. Калиброванная цепь с круглыми звеньями.

в транспортных устройствах преимущественно применяют цепи с длинными звеньями.

Размеры таких цепей (фиг. 420) даны в табл. 53.

Таблица 53

Калиброванные цепи с длинными звеньями

Диаметр железа d мм	Шаг цепи l мм	Внутренняя ширина a мм	Расстояние между поперечинами		Вес 1 пог. м кг
			мм	число звеньев	
19	102	28	1632	16	6,32
22	116	33	1624	14	8,43
22	136	33	1632	12	8,18
25	150	38	1800	12	11,0
28	180	42	1800	10	—

Во время работы звено цепи подвергается растяжению, изгибу и местному смятию в местах соприкосновения с соседними звеньями. Определение напряжений от деформации изгиба и смятия затруднительно, по-

этому цепь рассчитывают только на растяжение, но для поправки в принятом расчете берут заниженные допускаемые напряжения — $R_z = 200—600 \text{ кг/см}^2$.

При расчете тихоходных транспортеров и при точном определении действующих нагрузок на цепь допускаемое напряжение берут по высшему пределу.

Сварные цепи с круглыми звеньями рассчитывают по формуле

$$S \approx 2 \cdot \frac{\pi \cdot \delta^2}{4} \cdot R_z,$$

где S — растягивающая нагрузка в кг;

δ — диаметр железа цепи в см;

R_z — допускаемое напряжение на растяжение в кг/см².

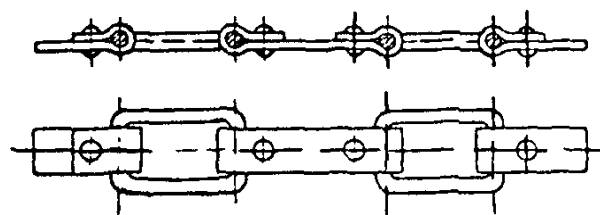
Сварные цепи отличаются простотой изготовления, большой гибкостью и низкой стоимостью.

К недостаткам сварных цепей относятся полное отсутствие жесткости и малые размеры трущихся поверхностей, что приводит к быстрому износу и удлинению цепи.

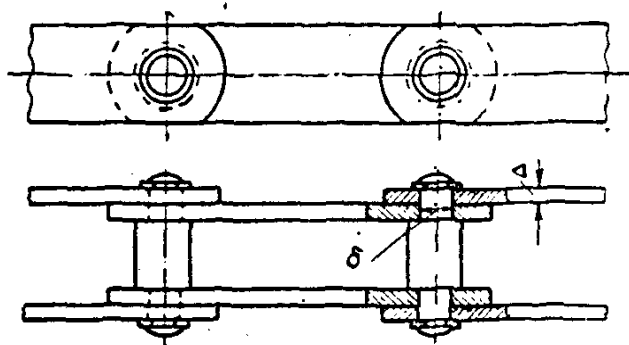
Полупластинчатые цепи

Полупластинчатые цепи состоят из звеньев, изготовленных из полового и круглого железа (фиг. 421). Они имеют большую жесткость и величину трущихся поверхностей и меньший износ. Полупластинчатые цепи просты в изготовлении и к ним удобно прикреплять рабочие органы. Рабочие органы крепят к плоским звеньям цепи.

Цепи из круглого и полового железа рассчитывают на растяжение звеньев.



Фиг. 421. Полупластинчатая цепь.



Фиг. 422. Штыревая пластинчатая цепь.

Пластинчатые цепи

Применяют для длинных конвейеров и больших тяговых усилий.

Самые простые пластинчатые цепи — штыревые (фиг. 422). Они состоят из боковых пластин, соединенных штырем. Для движения по направляющим устройствам цепь снабжают скользящими лапами,

поддерживающими роликами и чаще всего ходовыми роликками. У этих цепей рабочие органы крепят к пластинам.

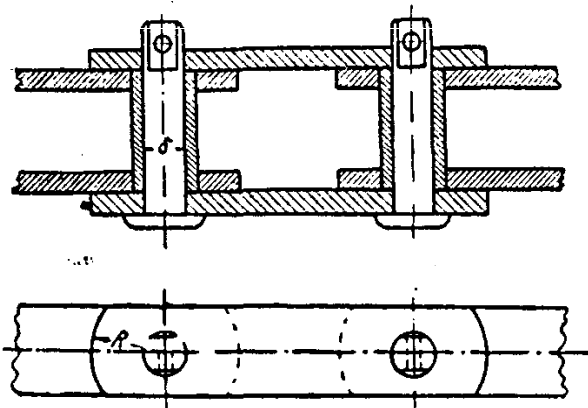
Вследствие малой величины трущейся поверхности штыревые цепи быстро изнашиваются и вытягиваются. Для уменьшения износа шарниров трущиеся поверхности цементируют, хромируют и нитрируют.

Штыревые цепи рассчитывают на смятие боковых пластин по формуле

$$q = \frac{S}{\delta \cdot 2\Delta},$$

где q — удельное давление в кг/см^2 ;
 S — растягивающая нагрузка в кг ;
 δ — диаметр штыря в см ;
 Δ — толщина боковых пластин в см .

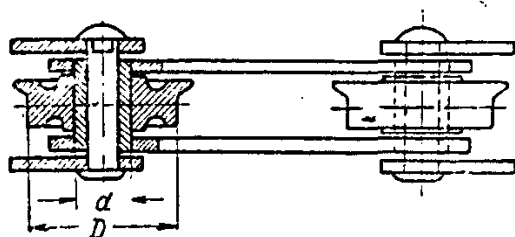
Наибольшую трущуюся поверхность имеют пластинчатые втулочные цепи (фиг. 423). Во втулочных цепях внешние звенья закреплены на штырях, а внутренние запрессованы на втулке. При повороте одного звена относительно другого поворачивается лишь втулка относительно штыря. Этим достигается увеличение трущейся поверхности и уменьшение износа шарниров. Втулочные цепи часто снабжают ходовыми роликами гладкими или с одной ребордой (фиг. 424).



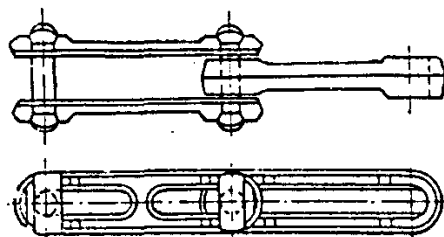
Фиг. 423. Втулочная пластинчатая цепь.

Втулочные цепи наиболее совершенны и широко применяются в транспортных устройствах.

Большое распространение имеют разборные втулочные цепи типа Кейстон (фиг. 425).



Фиг. 424. Роликовая втулочная цепь.



Фиг. 425. Разборная цепь типа Кейстон.

Канаты

В транспортных устройствах применяют канаты, изготовленные из стальной проволоки диаметром 0,8—3,0 мм с временным сопротивлением разрыву 120—180 кг/мм^2 . Для увеличения срока службы канатов применяют оцинкованную или освинцованную проволоку. Проволоку свивают в пряди, которые затем по шесть-семь штук свивают вокруг мягкого пенькового или джутового сердечника.

Пряди и канаты можно свивать в одну сторону так называемой «альбертовой» круткой или в противоположные стороны — круткой накрест. Канаты крестовой крутки меньше раскручиваются, но быстрее изнашиваются.

Канаты сращивают сплетением проволок обоих концов канатов или при помощи специальных стяжных муфт.

Канаты рассчитывают на растяжение и изгиб по формуле

$$\sigma = \frac{S}{\frac{\pi \delta^2}{4}} + \frac{3E\delta}{8D},$$

где σ — напряжение в канате в кг/см^2 ;
 S — натяжение каната в кг ;

δ — диаметр отдельной проволоки в см;
 D — диаметр канатного блока в см;
 E — нормальный модуль упругости в кг/см²;
 i — число проволок в канате.

Запас прочности при выборе канатов принимают равным 4—6.
 Основным недостатком канатов является их большая вытягиваемость и трудность закрепления рабочих органов.
 Канаты бесшумно и плавно работают, имеют небольшой вес и низкую стоимость. Внезапность разрывов отсутствует.

Ленты

В транспортных установках широко применяются прорезиненные ленты.

Прорезиненные ленты состоят из нескольких слоев хлопчатобумажной ткани (прокладок), склеенных между собой резиновым составом и покрытых со всех сторон резиновыми обкладками. Число прокладок в прорезиненной ленте колеблется в пределах 2—10. Толщина резиновых обкладок с нерабочей стороны делается 0,75—1,50 мм, с рабочей стороны 1,0—4,0 мм.

Для транспортировки легких грузов (щепы, стружек и опилок) толщина резиновых обкладок с рабочей стороны делается 1,0—2,0 мм, для штучных грузов (досок, крупных обрезков и т. д.) — 2,0—3,0 мм. Прочность ленты создается прокладками.

Ленты рассчитывают на разрыв с 12—16-кратным запасом прочности. Число прокладок определяют по формуле

$$z = \frac{S}{B\delta},$$

где z — число прокладок;
 S — натяжение ленты в кг;
 B — ширина ленты в см;
 δ — допускаемое напряжение в ленте в кг/см.

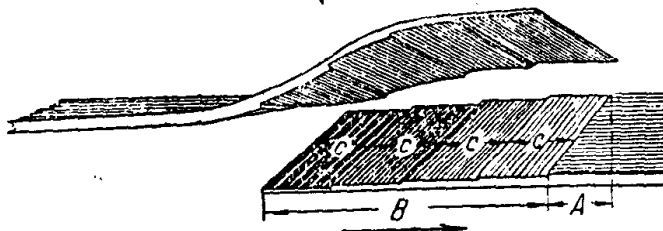
Для образования бесконечной ленты концы их склеивают ступенчатым стыком (фиг. 426) резиновым клеем и затем прошивают гибкими сыромятными ремешками. Размеры ступеней даны в табл. 54.

Таблица 54

Размеры ступеней в зависимости от ширины ленты и числа прокладок

Ширина ленты	А	Четыре прокладки		Пять прокладок		Шесть прокладок		Семь прокладок	
		В	С	В	С	В	С	В	С
мм									
400	330	840	280	1200	300	—	—	—	—
450	350	900	300	1320	300	—	—	—	—
500	350	1050	350	1520	380	1500	300	—	—
600	400	1200	400	1520	380	1650	330	1800	300
750	450	1350	450	1520	380	1750	350	1800	300
900	500	—	—	1520	380	1750	350	1800	300

Ленты характеризуются гибкостью и плавностью в работе, допускающей скорость транспортера 3—4 м/сек. Они могут работать на гладких барабанах, вследствие чего при установке натяжных станций



Фиг. 426. Ступенчатая стыковка ленты.

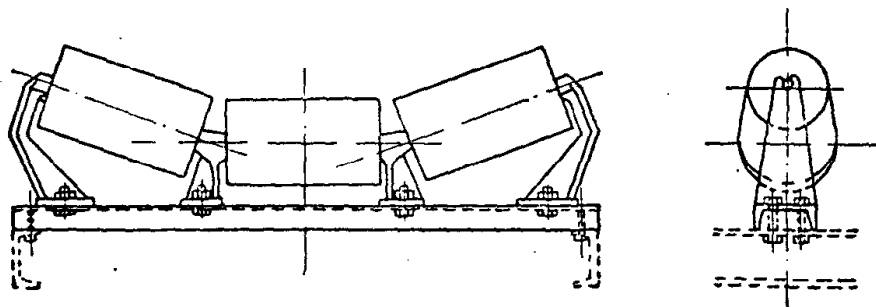
полностью устраняется влияние удлинения. Наряду с этим ленты имеют небольшую общую прочность и малую долговечность, особенно при транспортировке острых и кусковых материалов.

Ходовые опорные части

Ходовые опорные части служат для уменьшения провеса и раскачивания тяговых приспособлений при движении, и по конструкции и характеру работы делятся на: ходовые ролики, поддерживающие ролики и скользящие опоры.

Ходовые ролики свободно вращаются на осях, закрепленных на тяговых или рабочих органах транспортного устройства (см. фиг. 424). Для обеспечения правильного направления движения ходовые ролики часто делаются с одной или двумя ребордами и движутся по направляющим, установленным вдоль транспортного устройства. Ходовые ролики увеличивают вес и стоимость движущихся частей, но значительно сокращают расход энергии на перемещение. Они требуют внимательного ухода и смазки. Для облегчения смазки и сокращения расхода энергии на движение их лучше выполнять на шариковых подшипниках.

Ходовые ролики обычно применяют в целных транспортных устройствах.



Фиг. 427. Трехроликовая опора для корытообразных лент.

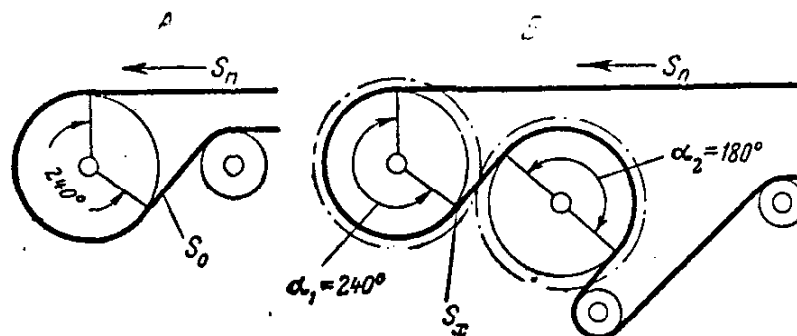
Поддерживающие ролики встречаются двух типов: а) вращающиеся на неподвижной оси и б) вращающиеся с осью в неподвижных подшипниках. Поддерживающие ролики чаще всего применяются в ленточных транспортерах. Они могут быть в виде однорولیковой опоры или трех и пятироликовые для корытообразных лент (фиг. 427). Ролики на шариковых подшипниках экономичнее.

Скользящие опоры просты по конструкции и мало требуют ухода, но быстро изнашиваются и вызывают повышенный расход энергии, поэтому

они применяются в коротких транспортных устройствах или там, где невозможно применять другой вид опор. Конструктивно они выполняются в виде ползунов, башмаков или лапок, закрепленных на тяговых или рабочих органах.

Приводные станции

Приводные станции передают движение на тяговые приспособления и состоят из ведущих звездочек, барабанов и блоков. Конструкция их зависит от применяемого тягового устройства.

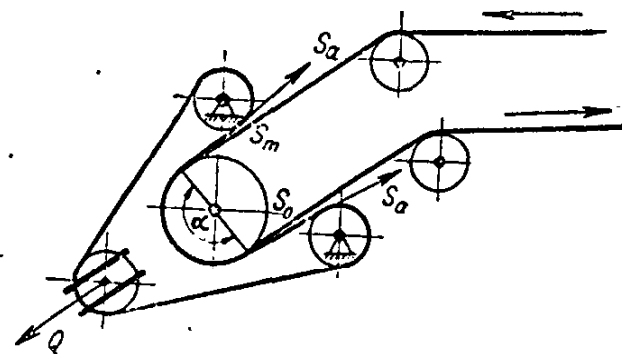


Фиг. 428. Схема приводных станций для лент.

А—с направляющим барабаном, Б—с тандем-приводом.

В цепных транспортерах в качестве ведущего устройства применяют зубчатые звездочки и блоки. Для создания компактного привода с небольшим передаточным числом и меньшего удлинения тягового устройства применяют звездочки с малым числом зубьев и цепи с длинными звеньями, но это создает неравномерность хода цепи. Движение цепи с переменной скоростью вызывает значительную динамическую нагрузку, сильно влияющую на натяжение цепи и напряжение в материале звеньев. Для устранения динамической нагрузки применяют специальные уравнильные приводы, при помощи которых создают равномерную или почти равномерную скорость цепей.

В ленточных транспортерах применяют исключительно гладкие ведущие барабаны. Тяговое усилие в них передается при помощи сил трения. Величина трения, при неизменном натяжении ленты, зависит от угла обхвата лентой ведущего барабана и коэффициента трения между лентой и поверхностью барабана.



Фиг. 429. Схема привода с прижимной лентой.

Для увеличения угла обхвата приводные станции ленточных транспортеров устраивают с направляющим барабаном и тандем-приводом.

В приводах с направляющим барабаном (фиг. 428, А) угол обхвата можно довести до 240° .

Тандем-привод состоит из двух ведущих барабанов на параллельных валах, соединенных между собой зубчатой передачей (фиг. 428, Б). В этом случае угол обхвата доводится до 420° .

В приводах с прижимной лентой (фиг. 429) тяговое усилие увеличивается в результате создания дополнительной силы от прижимной ленты.

Для увеличения коэффициента трения ободья чугунных барабанов обтягивают кожей, резиной или делают деревянную футеровку и деревянный обод. На износ ленты и правильность ее работы сильно влияют размеры ведущих и направляющих барабанов. Небольшие барабаны вызывают в ленте расслоение прокладок и дополнительное напряжение от изгибов.

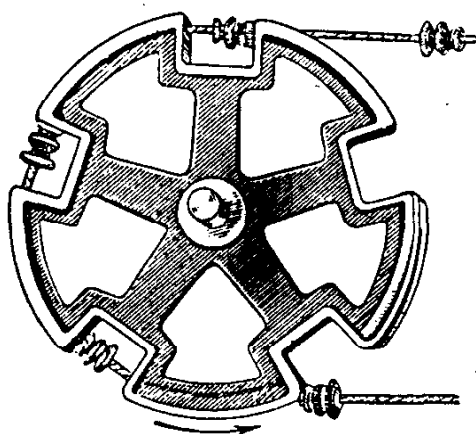
Рекомендуемые размеры барабанов для ленточных транспортеров даны в табл. 55.

Таблица 55

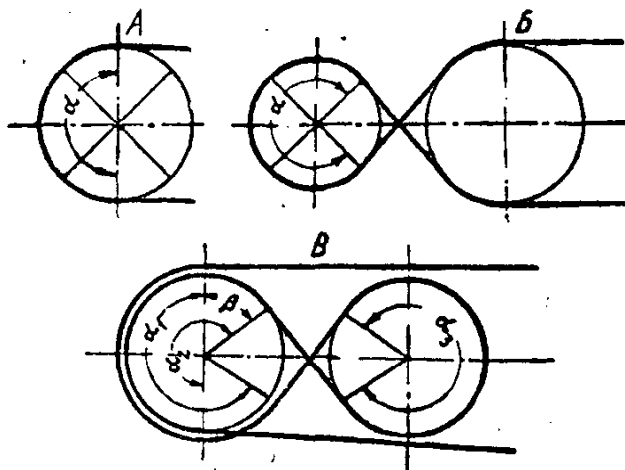
Наименьшие диаметры барабанов для ленточных транспортеров

Число прокладок в ленте	Диаметры барабанов, мм			Число прокладок в ленте	Диаметры барабанов, мм		
	ведущего	концевого	промежуточных		ведущего	концевого	промежуточных
2	400	300	200—300	5	750	600	400—600
3	500	400	300—400	6	900	750	500—750
4	600	500	400—500	7	1000	750	500—750

Ширину барабанов делают на 50—100 мм больше ширины ленты. Ведущие барабаны изготовляют с правильным цилиндрическим ободом, а направляющие — с выпуклым овальным ободом. В канатных транспортерах применяют гладкие ведущие блоки. При закреплении рабочих органов на канате применяют ведущие блоки с гнездами (фиг. 430).



Фиг. 430. Канатный блок с гнездами.



Фиг. 431. Схемы канатных приводов.

Для увеличения угла обхвата применяют блоки с гладкими канавками или насаживают несколько блоков на ведущий вал, и при движении канат огибает все канавки или все блоки на ведущем вале (фиг. 431 А, Б, В). Обычно на блоке делают не больше трех витков канавок, так как при большем количестве канавок канат быстро изнашивается.

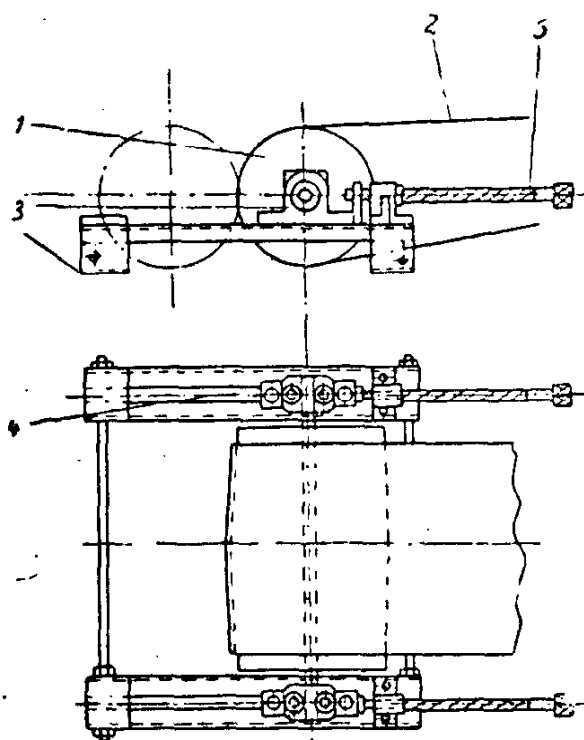
Для уменьшения напряжения в канате от изгиба, возникающего при огибании канатом блока, диаметр блока определяют по формуле

$$D = (600 - 1500)\delta,$$

где D — диаметр блока в см;
 δ — диаметр отдельной проволоки в см.

Натяжные станции

Натяжение тягового устройства производят натяжными станциями, которые по месту расположения делятся на концевые и промежуточные, а по способу действия — на ручные и грузовые (автоматические).



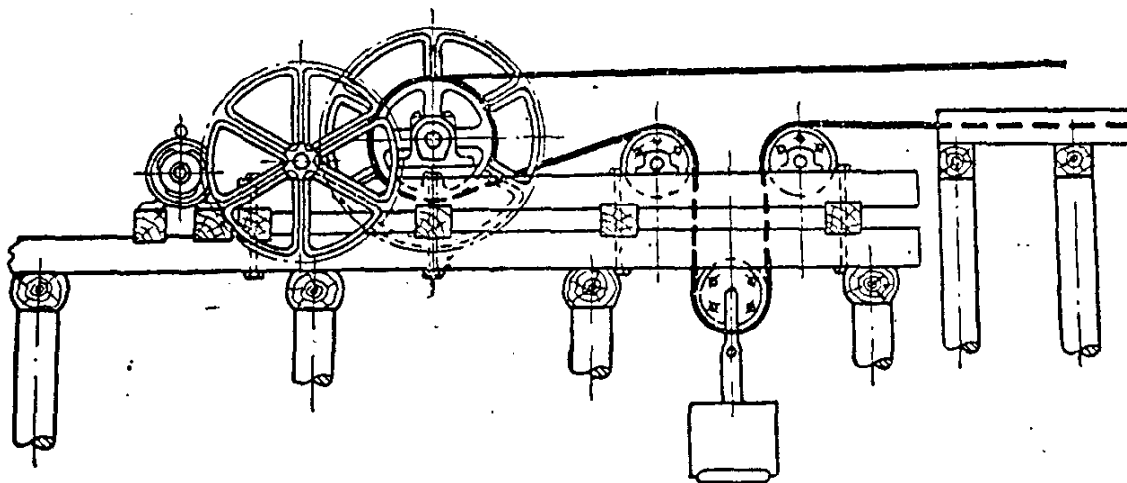
Фиг. 432. Ручная натяжная станция для лент.

1—барабан, 2—лента, 3—подшипники, 4—направляющие подшипника, 5—винт.

Ручные натяжные станции бывают винтовые, реечные и шпиндельные. Они применяются для коротких транспортеров и для мало вытягивающихся тяговых устройств. При сильном удлинении тягового приспособления ручные натяжные станции следует часто подтягивать и в каждом случае на величину большую, чем необходимо, так как натяжение тягового приспособления, все время меняется. На фиг. 432 показана натяжная станция для ленточных транспортеров.

Грузовые натяжные станции автоматически сообщают тяговому устройству независимо от его удлинения постоянное натяжение.

Грузовые натяжные станции по конструкции весьма разнообразны. Они выполняются в виде тележки, поставленной на рельсовый путь с подвешенным на канате грузом, просто груза, перекинутого через блок на канате или подвешенного к промежуточному барабану. В цепных транспортерах грузовая натяжная станция выполняется в виде провисающей холостой ветви цепи на пролете определенной длины. На фиг. 433 показана промежуточная грузовая натяж-



Фиг. 433. Грузовая промежуточная станция.

ная станция, груз в которой крепится к свободно висящему в петле барабану.

В транспортерах небольшой длины следует устраивать концевые натяжные станции, так как при этом используется задний концевой

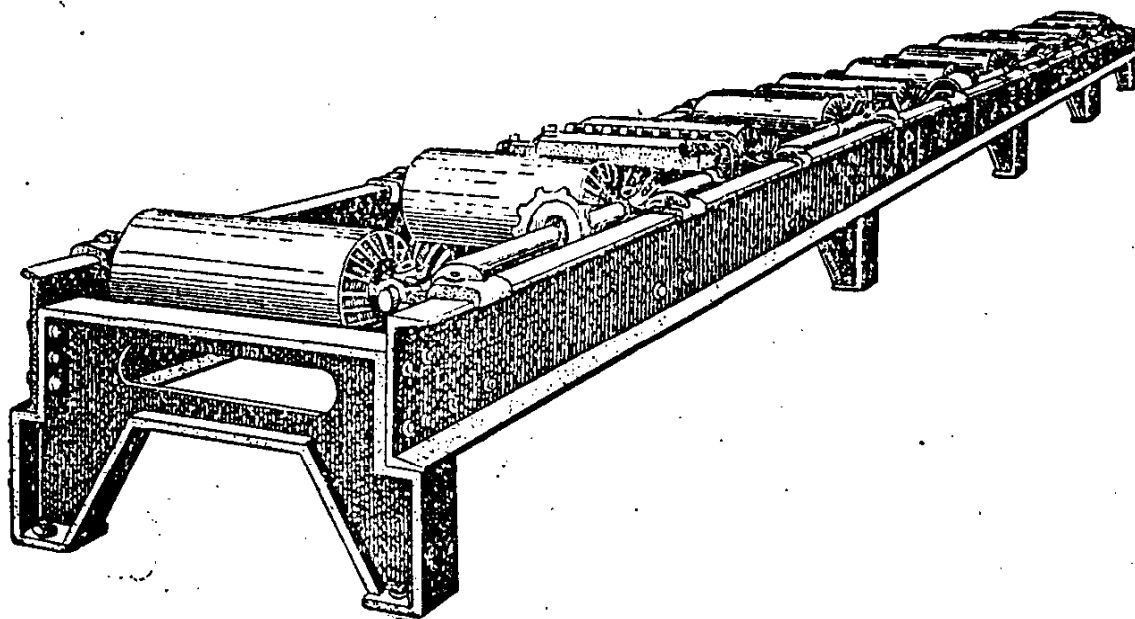
направляющий барабан транспортера, не создавая дополнительных перегрузок тягового устройства.

В транспортерах большой длины с концевой натяжной станцией будет сильно изменяться величина натяжения сбегающей с привода ветви тягового устройства.

Для создания постоянного или мало изменяющегося натяжения сбегающей ветви нужно устраивать промежуточную натяжную станцию недалеко от приводной станции (фиг. 433).

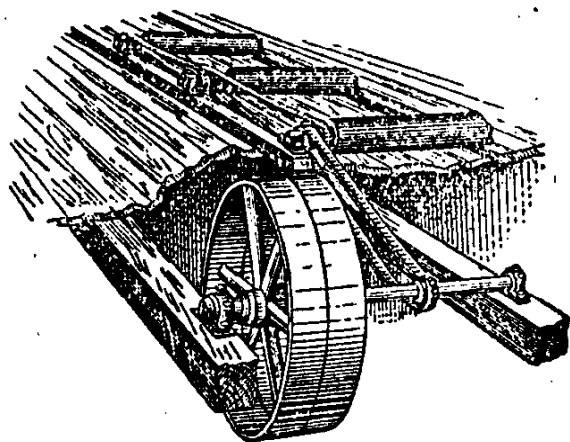
Роликовые транспортеры

Приводные роликовые транспортеры применяются для транспортирования досок, брусков, планок, заготовок и даже элементарных и

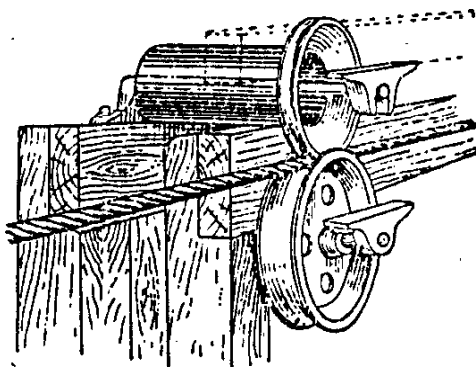


Фиг. 434. Привод роликов коническими шестернями.

узловых авиационных деталей. Ролики приводятся в движение коническими шестернями (фиг. 434), цепями Галля (фиг. 435), и канатами



Фиг. 435. Привод роликов цепью Галля.

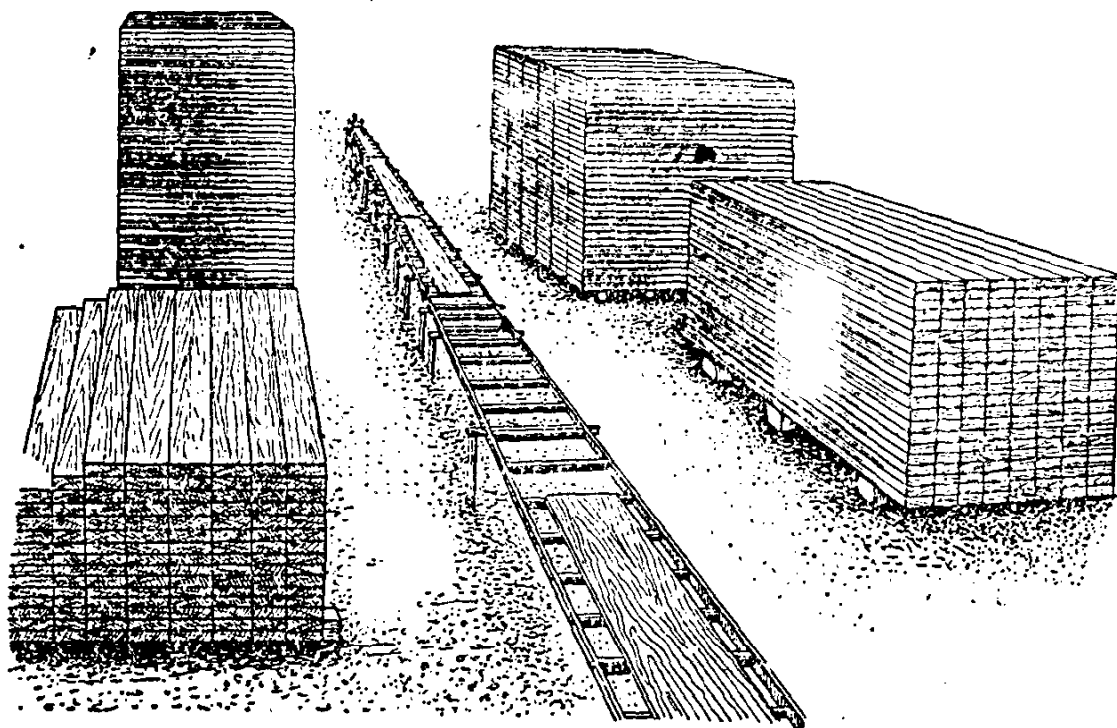


Фиг. 436. Привод роликов канатами.

(фиг. 436). Скорость движения груза на приводных роликах должна быть не больше 1—3 м/сек.

Ролики диаметром 100—150 мм устанавливаются на таком расстоянии друг от друга, чтобы самый короткий груз лежал на двух опорах.

Неприводные роликовые транспортеры используются на лесных складах для транспортирования досок и брусков (фиг. 437). Ролики для облегчения движения устанавливаются на шариковых подшипниках.



Фиг. 437. Транспортировка досок на лесном складе на неприводном роликовом транспортере.

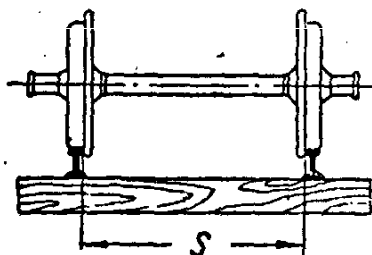
3. ТРАНСПОРТНЫЕ УСТРОЙСТВА ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

В транспортных устройствах периодического действия насыпной и штучный груз перемещают в специальных тележках и вагонетках с переменным возвратным движением и остановками для загрузки и разгрузки.

Транспорт периодического действия бывает рельсовый, безрельсовый и подвесной рельсовый.

Рельсовый транспорт

Рельсовый транспорт на самолетных заводах широко применяют на лесных складах для транспортирования древесных материалов, в сушильном хозяйстве, в раскроечных, деревообделочных и агрегатных цехах для транспортирования заготовок, деталей и агрегатов.



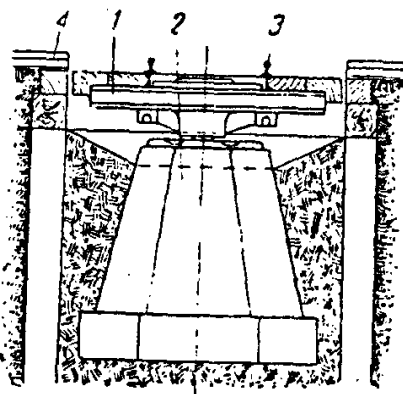
Фиг. 438. Ширина колеи рельсового пути.

Преимущественно применяют узкоколейный рельсовый транспорт со стандартной шириной колеи 750 мм. Ширина колеи—расстояние S между внутренними гранями головок рельсов—показана на фиг. 438. Рельсы укладывают на шпалы, расположенные на определенном одинаковом расстоянии друг от друга. Для равномерного распределения давления на грунт и облегчения отвода воды шпалы укладывают на балласт. Рельсы крепят к шпалам костылями, которые забиваются в шахматном порядке во избежание раскалывания шпал.

На складе, в цехе или на территории завода имеется несколько рельсовых путей, идущих параллельно или пересекающихся под углом. Вагонетки с одного рельсового пути на другой переводят поворотными кругами, через траверсные тележки и стрелочными переводами.

Поворотные круги применяют для перевода вагонеток на перпендикулярный путь. Для узкоколейных дорог они выполняются в виде чугунных сплошных кругов с прикрепленными к ним двумя взаимно пересекающимися колеями шириной, равной ширине колеи рельсового пути. Такие поворотные круги занимают мало места, не мешают движению, но требуют хорошего ухода и чистки.

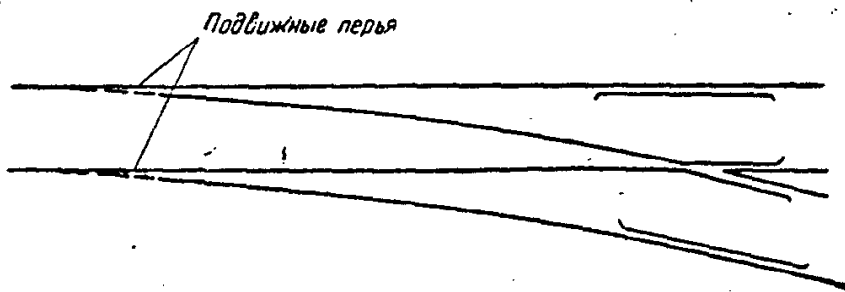
Встречаются поворотные круги усовершенствованной конструкции (фиг. 439). Круг состоит из круглой платформы 1, вращающейся на оси в герметически закрытом кожухе 2 на шариковых подшипниках в масляной ванне. На платформе уложены рельсы 3 на одном уровне и равной ширины с заводскими рельсовыми путями 4. Нижнюю часть кожуха после установки заливают бетоном. Такие круги просты в эксплуатации и легко вращаются.



Фиг. 439. Поворотный круг усовершенствованной конструкции.

При установке поворотных кругов следует иметь в виду возможность свободного поворота вагонеток с наиболее длинным грузом.

Стрелочные переводы (фиг. 440) применяют для перевода вагонеток



Фиг. 440. Стрелочные переводы.

на параллельный путь. Устройство их на лесных складах и территории завода неудобно и требует больших расходов для очистки от снега.

Траверсные тележки применяют для перевода вагонеток на параллельный путь. Они широко применяются в сушильном хозяйстве для загрузки сушильных камер, на лесных складах и на конвейерных линиях в цехах.

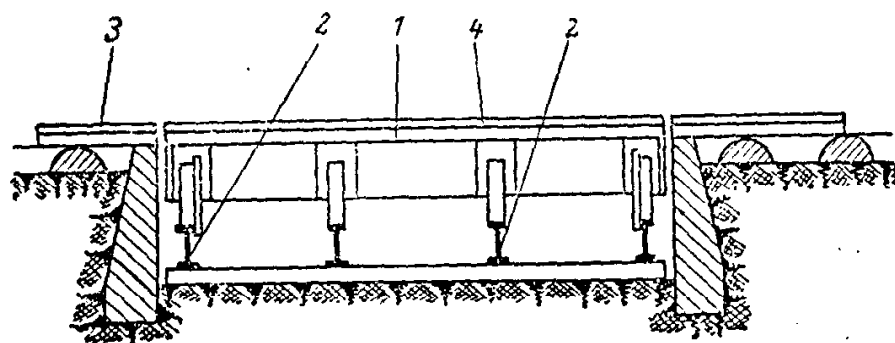
Траверсные тележки бывают ручные и электрифицированные с троллейной проводкой.

Траверсная тележка (фиг. 441) представляет собой платформу, передвигающуюся по рельсовому пути, углубленному по сравнению с заводскими рельсовыми путями на 200—400 мм.

На платформе траверсной тележки уложены рельсы одинаковой ширины с заводскими путями на одном уровне с ними.

Грузы перевозят на тележках различной конструкции в зависимости от характера перевозимого груза. Тележки могут перемещаться

ручной или механической тягой. В качестве механической тяги применяют мотовозы, электровозы и электромотриссы. Применение механической тяги можно рекомендовать только на линиях с большим грузопотоком или при больших пробегах.



Фиг. 441. Траверсная тележка.

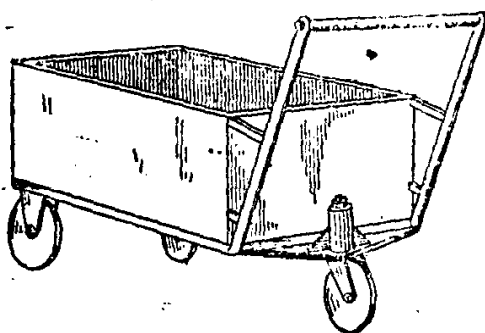
1—платформа; 2—рельсовый путь траверсной тележки; 3—заводский рельсовый путь; 4—рельсы на траверсной тележке.

Безрельсовый транспорт

Безрельсовый транспорт применяют для междоцеховых и внутрицеховых перевозок.

Он является наиболее гибким видом транспорта и осуществляется ручными тележками, электро- и автокарами и автолесовозами.

Ручные тележки применяют для перевозки заготовок и деталей внутри цеха от одного рабочего места к другому. Тележки бывают двух-, трех- и четырехколесные, разных размеров и конструкций. На фиг. 442 показана трехколесная тележка для развозки небольших деталей по рабочим местам. Такие тележки применяют в цехах сборки центроплана, консоли крыла и стабилизатора. Ящик тележки разбит на ячейки для каждого наименования деталей. На тележку укладывают пять-семь комплектов деталей агрегата.



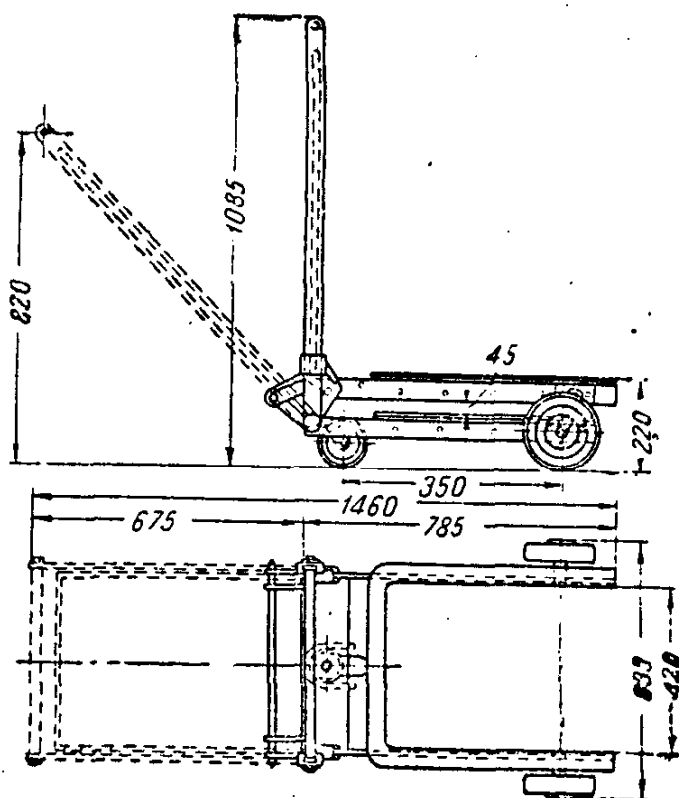
Фиг. 442. Трехколесная ручная тележка.

Для перевозки реек, планок и заготовок, а также мелких деталей с предварительной укладкой применяют ручные тележки с подъемной платформой (фиг. 443). Заготовку и детали укладывают на специальные грузовые столы (скиды), под которые подводят подъемную платформу тележки и затем стол вместе с деталями поднимают и перевозят. Тележки с подъемной платформой эффективнее в работе.

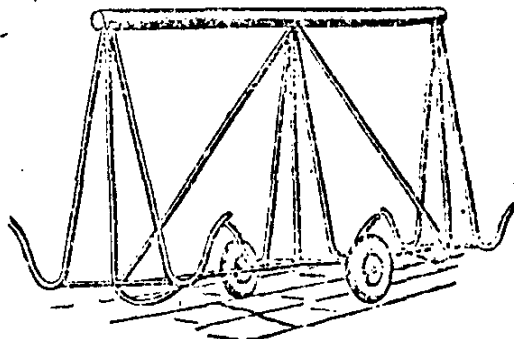
Иногда ручные тележки применяют для междоцеховой перевозки агрегатов. На фиг. 444 показана тележка для перевозки комплекта крыла. Аналогичные тележки применяют для перевозки лыж.

Электро- и автокары применяют для внутрицеховых и междоцеховых перевозок.

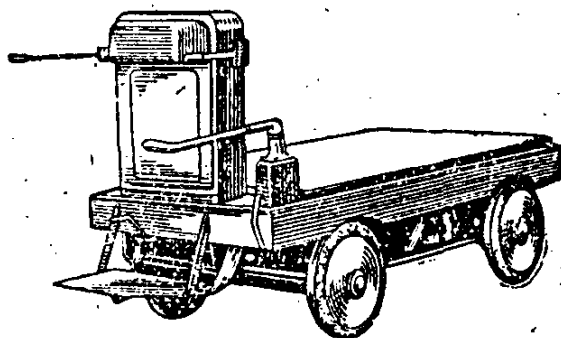
Электрокары — безрельсовые тележки, приводимые в движение электродвигателями, получающими энергию от аккумуляторной батареи. Электрокары бывают с неподвижной платформой и с подъемной



Фиг. 413. Ручная тележка с подъемной платформой.



Фиг. 444. Ручная тележка для перевозки комплекта консолей крыла.



Фиг. 445. Электрокара с подъемной платформой.

платформой (фиг. 445), с передними ведущими колесами и с задними. Электрокары моделей АТ-1 и АТ-2 имеют задние ведущие колеса.

В табл. 56 даны основные характеристики электрокар отечественного производства.

Таблица 56

Характеристика электрокар

Модель	Грузоподъемность, т	Мощность, кВт	Скорость, км/час		Продолжительность, сек.		Подъем, мм	Вес, т		Радиус поворота, м
			с грузом	без груза	подъем платформы	спуск платформы		без батареи	с батареей	
АТ-1	0,75	1,0	9,0	11,0	—	—	—	0,33	0,89	2,75
АТ-2	1,5	2,0	7,5	10,0	—	—	—	0,62	1,22	3,80
АП-1504	1,5	2,0	8,0	9,0	10	2	115	0,82	1,44	2,70

Электрокары являются прекрасным механизированным транспортом, безопасным в работе. Они обладают большой подвижностью при малых радиусах поворота. Однако, наряду с этим электрокары имеют следующие недостатки:

1. Небольшая продолжительность действия аккумуляторных батарей; емкость батарей при непрерывной работе 5—6 час.
2. Длительность зарядки батарей. Зарядка продолжается 5—6 час. При многосменной работе необходимы запасные батареи.
3. Аккумуляторные батареи чувствительны к толчкам и сотрясениям.
4. Требуются специальные зарядные станции.

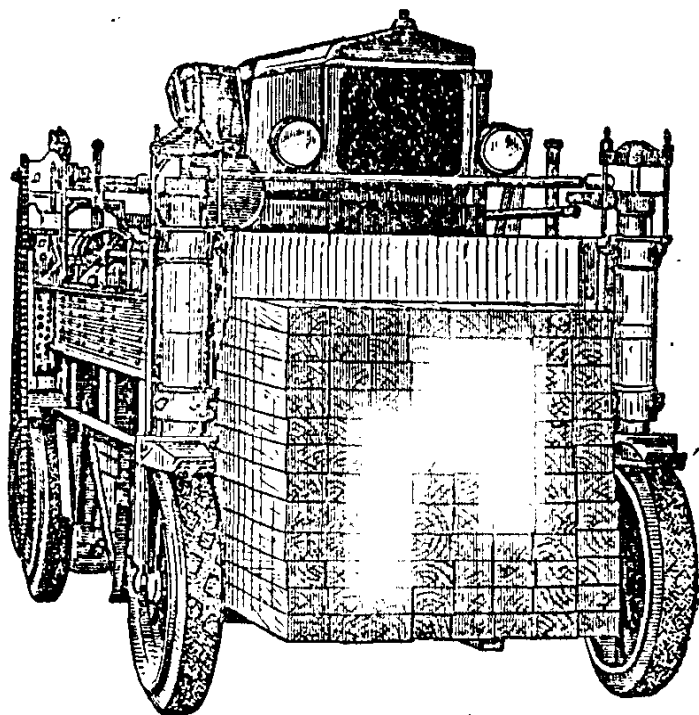
А в т о ж а р ы — тележки, приводимые в движение двигателями внутреннего сгорания автомобильного или мотоциклетного типа, строятся с неподвижной и с подъемной платформой, не имеют недостатков, присущих электрокарам, но выделение отработанных газов во время работы ограничивает область их применения.

Автолесовозы

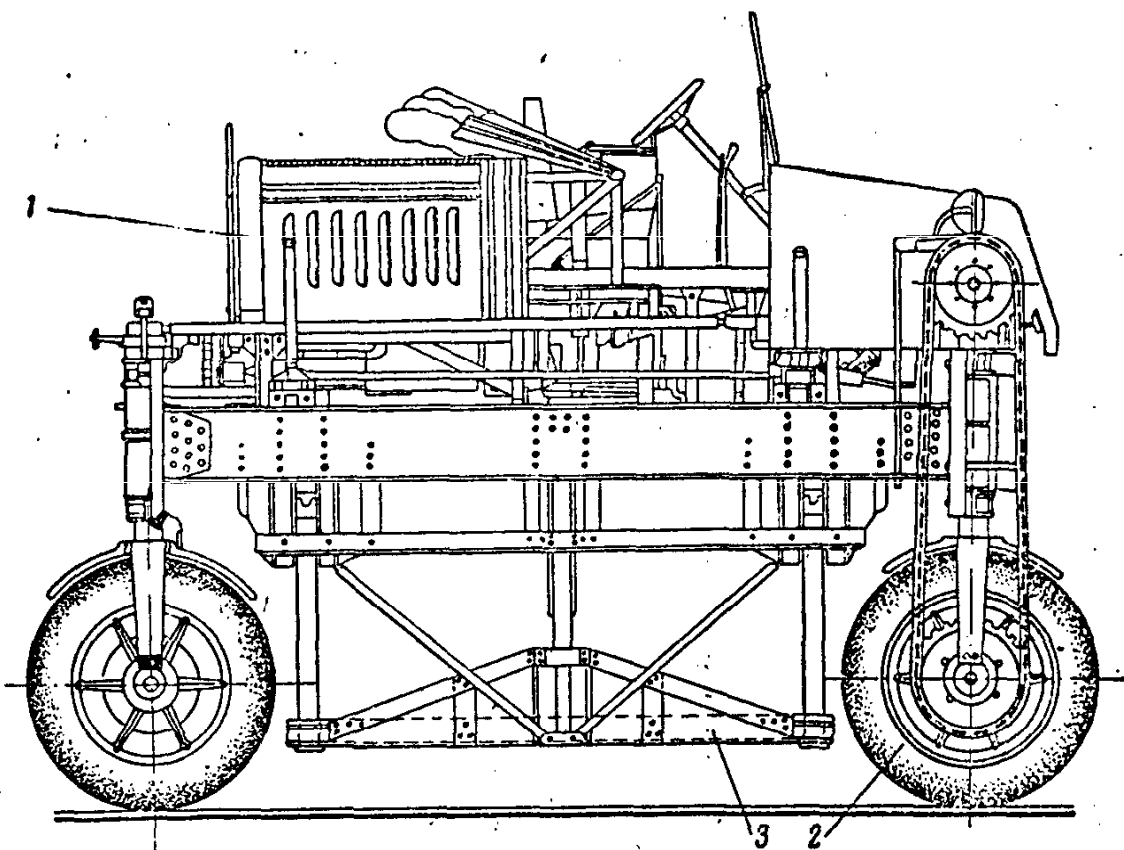
Бруски и доски перевозят автолесовозами. Имеются следующие конструкции автолесовозов:

- 1) с передним расположением двигателя и с задними ведущими колесами (фиг. 446);
- 2) с задним расположением двигателя и с передними ведущими колесами (фиг. 447).

У автолесовозов с передним расположением двигателя шофер сидит позади двигателя и имеет меньший обзор, чем у автолесовозов с задним расположением двигателя. Ведущие колеса приводятся в движение посредством цепной передачи от двигателя автолесовоза. Механизм управления действует одновременно на все четыре колеса. Погрузка и загрузка в автолесовозах полностью механизирована. Груз перевозят в специальном грузозахватном устройстве, состоящем из двух подвешенных качающихся металлических рам, имеющих в нижней части во всю длину выступ. Пакет досок и брусков укладывают на подкладки с выступающими краями (фиг. 448), подводят автолесовоз, захватывают груз, затем при помощи подъемного механизма, приводимого в движение от двигателя автолесовоза, поднимают его и перевозят.



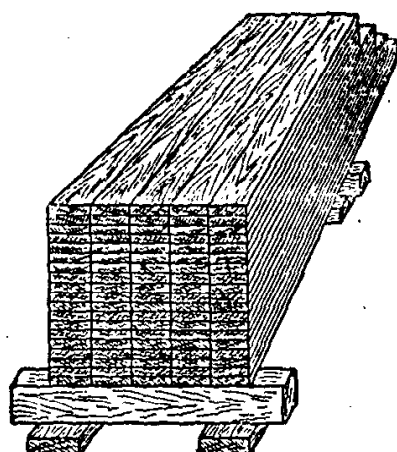
Фиг. 446. Автолесовоз с передним расположением двигателя и с задними ведущими колесами.



Фиг. 447. Автолесовоз с задним расположением двигателя и с передними ведущими колесами.

1—двигатель; 2—ведущие колеса; 3—грузозахватное устройство.

В табл. 57 даны основные характеристики автолесовозов с задним расположением двигателя и с передними ведущими колесами.



Фиг. 448. Пакет досок для перевозки автолесовозом.

Таблица 57

Характеристика автолесовозов

Марка	Грузоподъемность, т	Мощность л. с.	Скорость		Размеры пакета м		Длина автолесовоза, м	Вес автолесовоза, т
			движения км/час	подъема м/сек	ширина	высота		
СК-5	5	45	25	0,1	1,0	1,2	—	4,25
СК-7	7	74	30	0,1	1,27	1,27	4,79	—

Подвесной рельсовый транспорт

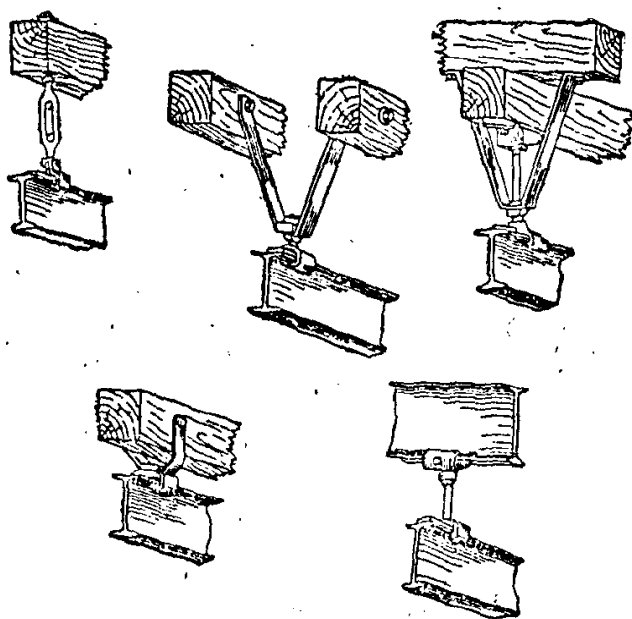
Для транспортировки тяжелых агрегатов самолета — фюзеляжа, центроплана, крыла — во время их сборки, монтажа и отделки применяют однорельсовые подвесные дороги — монорельсы.

Однорельсовые подвесные дороги состоят из двутавровой балки и тележки, которая движется по нижним полкам балки. Двутавровые балки крепятся к системе перекрытий помещений или на кронштейнах самыми различными способами (фиг. 449).

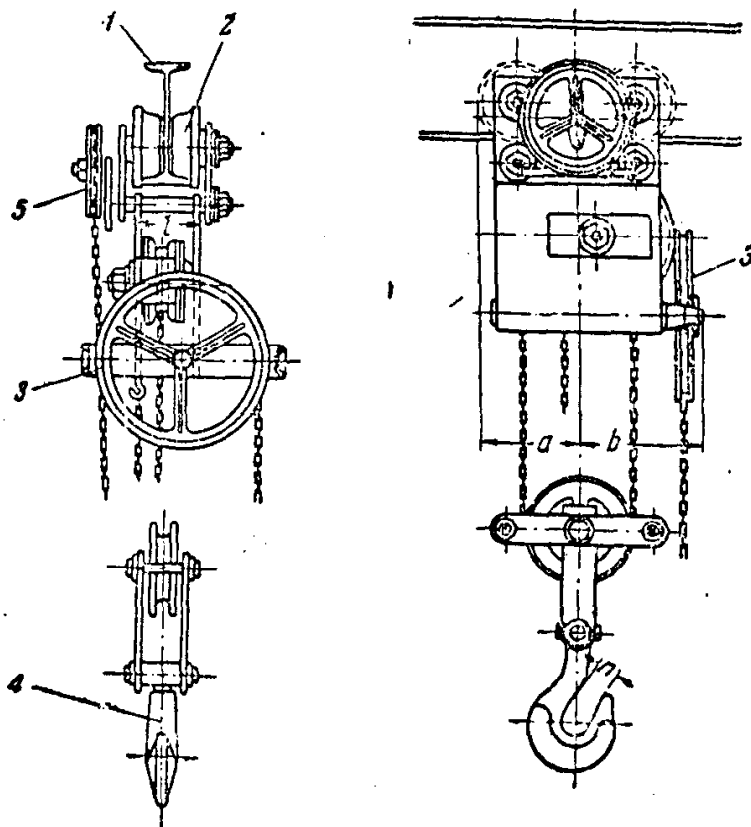
Груз по монорельсу при помощи тележки может перемещаться горизонтально и вертикально.

Тележки бывают ручные и электрифицированные (тельферы). Груз закрепляют крюком или каким-либо другим захватывающим устройством. На фиг. 450 показана подвесная ручная тележка для подъема и передвижения груза. В качестве подъемного механизма в ней служит блок Людерса, а механизма передвижения — пара цилиндрических шестерен, из которых одна сидит на ободу ходового колеса, а другая — на оси тягового колеса.

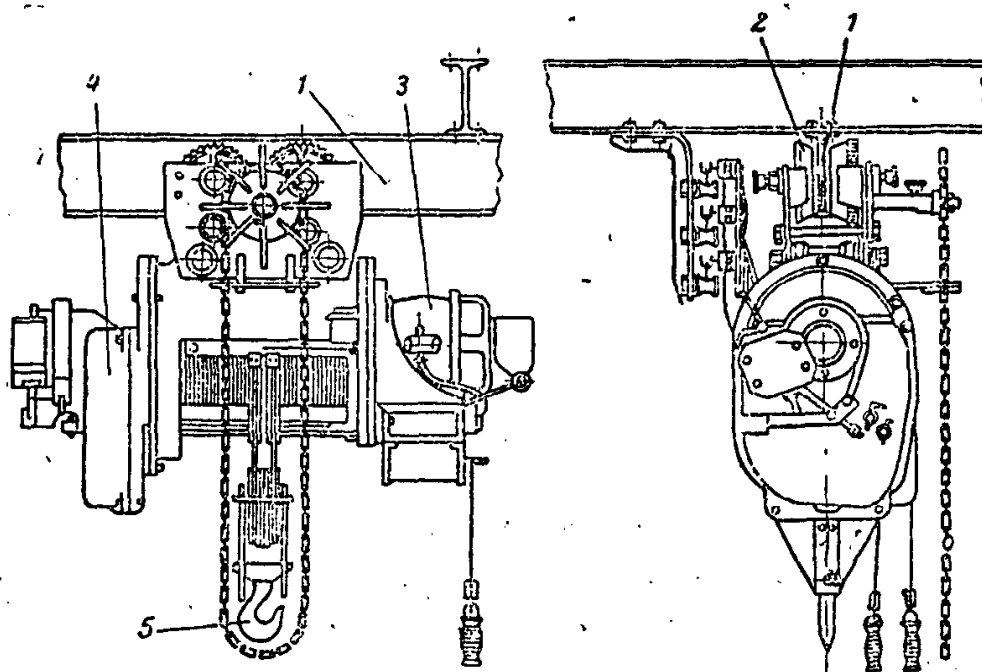
Тельфер снабжается двумя электродвигателями: один — для вертикального, а второй — горизонтального перемещения груза.



Фиг. 449. Способы крепления двутавровых балок подвесной дороги.



Фиг. 450. Ручная подвесная тележка для подъема и передвижения груза.
1—двухтавровая опорная балка; 2—ходовые ролики; 3—блок людера для вертикального перемещения груза; 4—крюк для захвата груза; 5—тяговое колесо.



Фиг. 451. Тельфер грузоподъемностью 1 т.
1—двухтавровая опорная балка; 2—ходовые ролики; 3—механизм для вертикального перемещения груза; 4—механизм для горизонтального перемещения груза; 5—крюк для захвата груза.

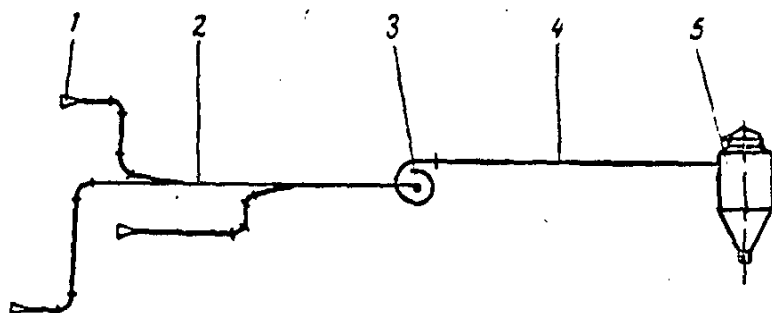
На фиг. 451 показан тельфер грузоподъемностью 1,0 т. Тельфером управляют при помощи свисающих вниз цепочек, которыми приводят в действие выключатели на ходовом и подъемном механизмах.

4. ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ТРАНСПОРТ

Для удаления опилок, стружек и других мелких отходов, получающихся при механической обработке древесины, применяются пневматические так называемые эксгаустерные установки.

Эксгаустерная установка представляет собой разветвленный трубопровод, отдельные ответвления которого заканчиваются приемниками у режущих инструментов станков.

Приемники вследствие создаваемой вентилятором тяги забирают мелкие отходы в момент их образования.



Фиг. 452. Схема всасывающе-нагнетательной пневматической установки.

1—приемники; 2—всасывающий трубопровод; 3—вентилятор; 4—нагнетательный трубопровод; 5—циклон.

Правильно смонтированная эксгаустерная установка автоматически удаляет 93—96% образовавшихся отходов и всю образующуюся пыль при механической обработке древесины. Отходы и пыль транспортируются по трубам воздушным потоком при разности давлений не больше 500 мм вод. ст.

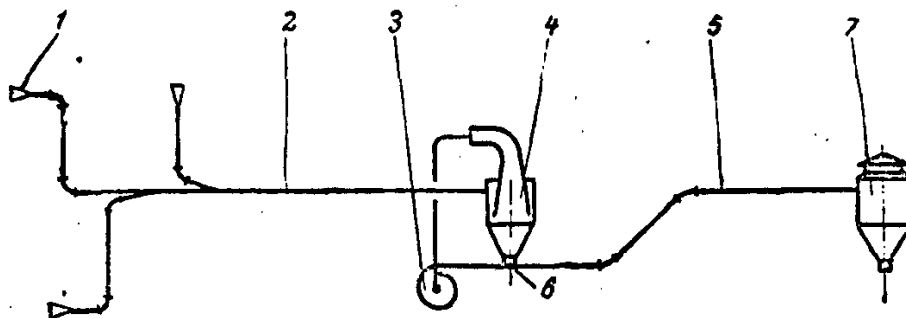
Забирая из помещения цеха через приемники у станков воздух, эксгаустерная установка в зимнее время уносит много тепла, поэтому цехи с эксгаустерной установкой должны быть оборудованы приточной вентиляцией, подающей теплый чистый воздух.

Эксгаустерные установки могут быть выполнены по следующим схемам.

Всасывающе-нагнетательная пневматическая установка (фиг. 452). Всасывающий разветвленный трубопровод может иметь большое количество разветвлений, заканчивающихся приемниками. Собранные приемниками отходы вместе с воздухом под действием разности давлений проходят через всасывающий трубопровод, вентилятор, нагнетательный трубопровод и циклон к месту назначения. В этом случае конструкция вентилятора должна допускать проход через него отходов. Циклон обычно устанавливают над бункером котельной установки или над нагнетательным трубопроводом пневматической установки.

Всасывающе-нагнетательная пневматическая установка с промежуточным циклоном (фиг. 453). В этом случае собранные приемниками 1 отходы под действием разности давлений, создаваемых вентилятором 3 в промежуточном циклоне 4 подаются по разветвленному всасывающему трубопроводу 2 в промежуточный циклон. Из верхней части промежуточного циклона вентилятор забирает воздух и подает его в нагнетательный трубопровод 5, который проходит под нижним выходным отверстием циклона. Выходное отверстие циклона инжекционной загрузочной воронкой 6 герметически соединяется с нагнета-

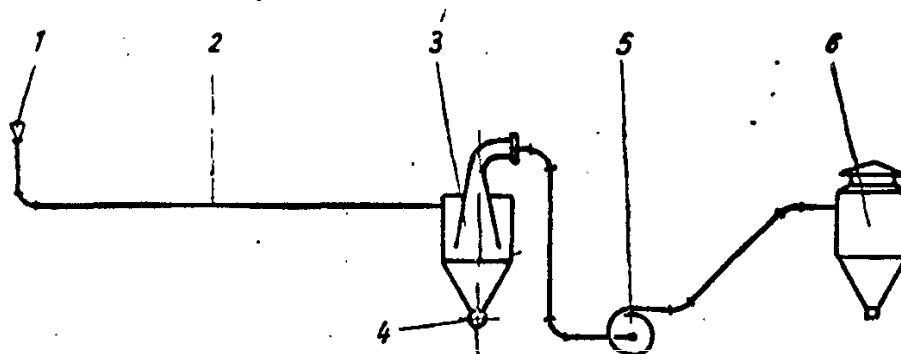
гельным трубопроводом. Через эту воронку отходы из промежуточного циклона попадают в нагнетательный трубопровод, а затем в циклон 7 и к месту назначения.



Фиг. 453. Схема всасывающе-нагнетательной пневматической установки с промежуточным циклоном.

По этой схеме отходы не попадают в вентилятор и не подвергаются разрушительному действию лопастного колеса. Вентилятор можно устанавливать обычного типа.

Всасывающая пневматическая установка (фиг. 454). Собранные приемниками 1 отходы транспортируются по всасывающему трубопроводу

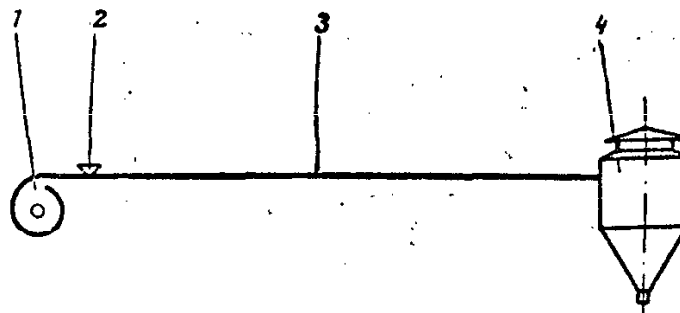


Фиг. 454. Схема всасывающей пневматической установки.

ду 2 в циклон 3 и при помощи питателя 4 выбрасываются в место назначения. Питатель исключает подсосывание воздуха в циклоне 3 при его разгрузке и представляет собой вращающийся барабан специальной конструкции, приводимый в движение от особого электродвигателя. По этой схеме материал также не попадает в вентилятор 5. Циклон 6 служит для фильтрации (обеспыливания) выпускаемого в атмосферу воздуха.

Нагнетательная пневматическая установка (фиг. 455)

По этой схеме выполняют транспортные пневматические установки, которые забирают отходы от одной или нескольких цеховых эксгаустерных установок и транспортируют их в бункер котельной установки.



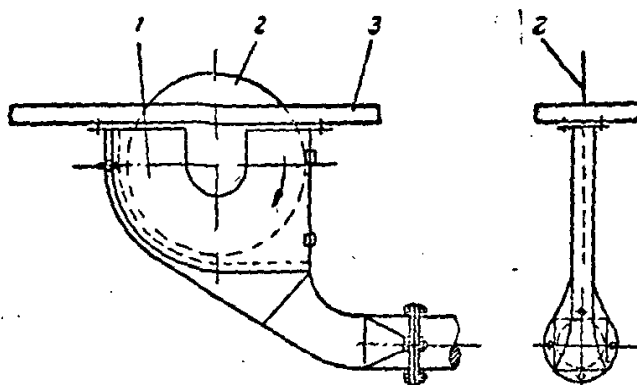
Фиг. 455. Схема нагнетательной пневматической установки.

1—вентилятор, 2—инжекционная загрузочная воронка, 3—нагнетательный трубопровод, 4—циклон.

По этой схеме выполняют транспортные пневматические установки, которые забирают отходы от одной или нескольких цеховых эксгаустерных установок и транспортируют их в бункер котельной установки.

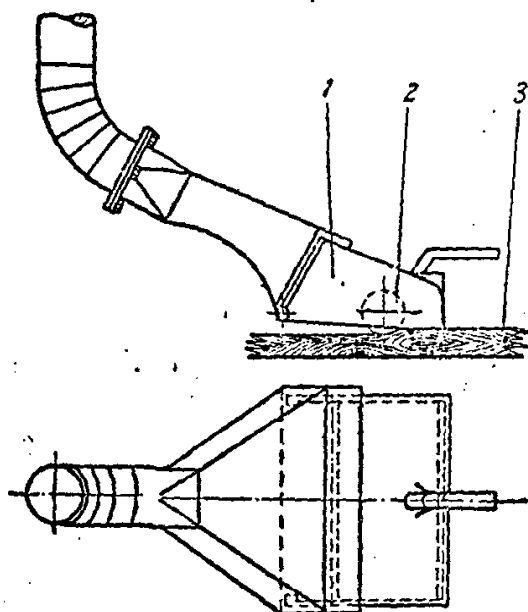
В нагнетательный трубопровод материал подается через инъекционную загрузочную воронку.

Каждая пневматическая установка состоит из приемника, трубопроводов, инъекционной загрузочной воронки, циклона и вентилятора.



Фиг. 456. Приемник на круглопилильном станке для продольной распиловки.

1—приемник, 2—пильный диск, 3—стол станка



Фиг. 457. Приемник на рейсмусовочном станке.

1—приемник, 2—ножевая головка, 3—заготовка.

Приемники служат для улавливания пыли и отходов. От конструкции приемника зависит работа всей пневматической установки. При неправильной конструкции и положении приемника относительно режущего инструмента не все отходы и пыль будут удаляться при механической обработке древесины.

Формы приемников и их положение на станках зависят от конструкции режущего инструмента и способа обработки и должны соответствовать направлению естественного движения отходов. Чтобы пыль полностью улавливалась, приемники должны перекрывать большую часть режущего инструмента. Также и опилки и стружки, вылетая из под режущего инструмента, должны целиком попадать в приемники.

Очертания приемника должны быть плавными, без резких поворотов.

На фиг. 456 показана конструкция и положение приемника на станке с круглой продольной пилой, а на фиг. 457—на рейсмусовочном станке.

Трубопроводы, расположенные в помещении, изготовляют из кровельного железа толщиной 1 мм, наружные—из кровельного железа толщиной 1,2 мм.

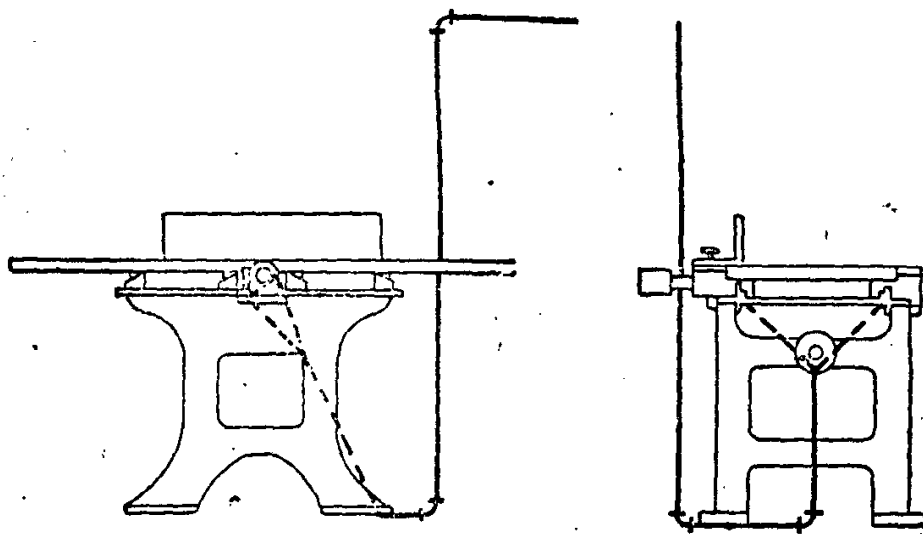
Разветвление трубопроводов в цехе делают при помощи верхней и нижней разводов.

При верхней разводке главную магистраль эксгаустерной установки подвешивают к потолку, а ответвления к каждому станку спускают сверху в виде стояков труб. Большое количество стояков в цехе создает массу неудобств при работе и часто бывает нежелательным.

При нижней разводке в одноэтажных помещениях главную магистраль укладывают в траншеях пола. Если траншеи сделаны плохо, то

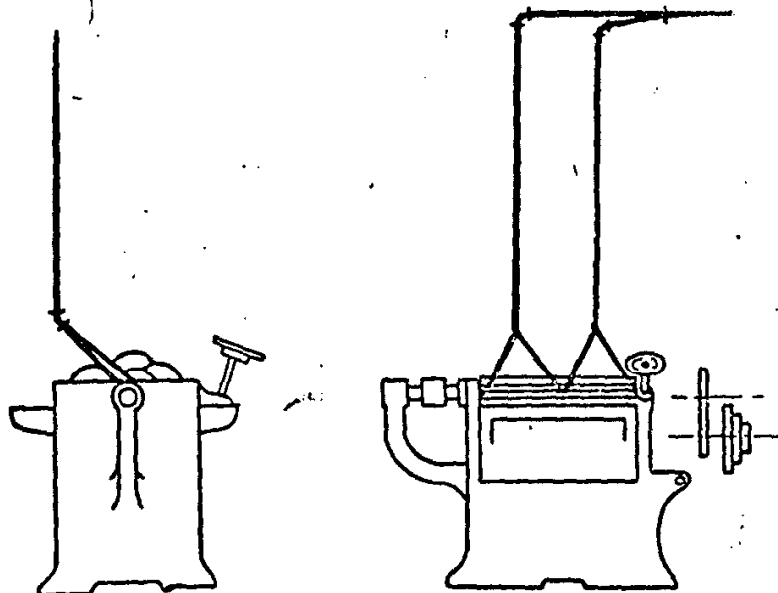
эксаустерная установка бывает ненадежной, при хорошем выполнении траншей установка получается чрезвычайно дорогой.

В одноэтажных помещениях нижнюю разводку целесообразно делать при наличии хорошо устроенного подвального помещения. В



Фиг. 458. Схема подводки труб эксгаустерной установки к фуговочному станку.

многоэтажных помещениях нижняя разводка выполняется прокладкой главной магистрали под потолком этажа, лежащего ниже, с поднимающимися короткими стояками к приемникам у станков через междуэтажное перекрытие. При негорючем междуэтажном перекрытии в



Фиг. 459. Схема подводки труб эксгаустерной установки к рейсмусовочному станку.

зданиях устройство нижней разводки с пропуском стояков труб через негорючее перекрытие запрещается.

Проводка ответвлений, соединяющих главную магистраль с приемниками, не должна мешать работе на станке, его осмотру и наладке. На фиг. 458 показана примерная схема подводки труб к фуговочному станку, а на фиг. 459 — к рейсмусовочному.

Инжекционная загрузочная воронка. В нагнетательном трубопроводе давление воздуха всегда выше атмосферного, и через любое отверстие, сделанное на этой трубе, воздух будет выходить в атмосферу. Чтобы осуществить загрузку отходов в пневматическую установку на нагнетательном трубопроводе, необходимо, чтобы воздух из трубопровода не выходил в атмосферу, а, наоборот, вместе с загружаемыми отходами подсасывался в трубопровод. Это осуществляется применением инжекционной загрузочной воронки.

В любом сечении нагнетательного трубопровода энергия потока определяется полным давлением, которое равно пьезометрическому давлению и скоростному напору:

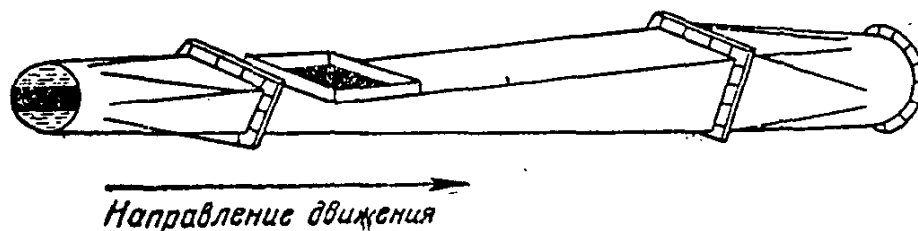
$$P = p + \frac{\gamma v^2}{2g} \text{ мм вод. ст.,}$$

где P — полное давление,

p — пьезометрическое давление;

$\frac{\gamma v^2}{2g}$ — скоростной напор.

При помощи инжекционной загрузочной воронки, изменяя сечения трубопровода, удастся увеличить скорость воздушного потока и в



Фиг. 460. Инжекционная загрузочная воронка.

месте нахождения воронки скоростной напор становится равным полному давлению, при пьезометрическом давлении, равном нулю. При

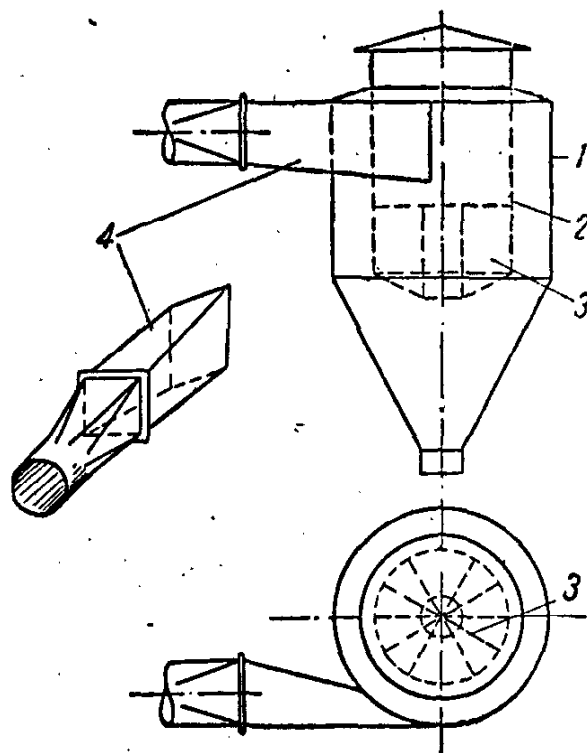
этом вся энергия воздушного потока преобразуется в кинетическую, и через инжекционную воронку можно загружать отходы и даже забирать некоторое количество воздуха из атмосферы.

На фиг. 460 показан общий вид инжекционной загрузочной воронки.

Циклоны. Циклоны служат для отделения отходов от воздуха в месте назначения. Они не должны пылить, т. е. выбрасывать с выходящим в атмосферу воздухом опилки и другие мелкие отходы, и должны иметь невысокий коэффициент сопротивления.

Трубопровод перед циклоном делают прямоугольной формы и снабжают диффузором.

На фиг. 461 показан типовой циклон с ребрами в нижней части внутренней трубы. Воздух



Фиг. 461. Циклон.

1 — наружный цилиндр; 2 — внутренний цилиндр;
3 — ребра; 4 — диффузор.

с отходами, поступая в циклон, попадает в кольцевое пространство, где частицы материала (опилки, стружки, щепы) под действием центробежной силы сначала прижимаются к стенкам наружного цилиндра, а затем падают по конической части вниз.

Воздух перед конической частью резко поворачивается и входит во внутренний цилиндр с ребрами. Ребра прекращают движение воздуха по спирали, заставляя его двигаться поступательно и заполнять все сечение выходной трубы.

Если воздух при поступательном движении в выходной трубе имеет скорость не выше 1,0—1,5 м/сек, то опилки и другие мелкие отходы наружу не выбрасываются, т. е. циклон не пылит. Для осаждения пыли ставят фильтры или пылеосадочные камеры.

Для эксгаустерных установок, где транспортируемые отходы проходят через вентилятор, применяют центробежные вентиляторы с открытым лопастным колесом, имеющим не больше шести-восьми лопаток.

В тех установках, где транспортируемые отходы в вентиляторы не заходят, применяют вентиляторы для чистого воздуха. Лопастное колесо вентилятора может иметь 24 и больше лопаток.

Расчет пневматических установок сводится к определению скорости движения смеси в трубопроводе, диаметра труб, давления для транспортировки отходов, подбора вентилятора и мощности установки.

ЛИТЕРАТУРА

1. С. В. Александров, Применение смоляного клея в авиапромышленности, Оборонгиз, 1940.
2. Балык, Веселов, Захаров, Калужный и др., Производство самолетов, Оборонгиз, Москва, 1940.
3. Е. Г. Белов, Выклейка обшивки и заливов фюзеляжа из шпона, Оборонгиз, 1939.
4. С. Н. Берхен, Основные материалы самолетостроения, часть I (Дерево), ОНТИ НКТП СССР, Ленинград—Москва, 1935.
5. Г. К. Бологов, Древесина и ее обработка в самолетостроении, Оборонгиз, Москва, 1941.
6. Н. Ф. Бочаров, Казеиновые клеи, вып. 115, Москва, 1932.
7. Н. Ф. Бочаров, Техника склеивания дерева казеиновыми клеями, Государственное научно-техническое издательство, Москва—Ленинград, 1931.
8. Проф. С. И. Ванин, Древесиноведение, Гослестехиздат, Ленинград, 1940.
9. А. Э. Грубе, Инструментальное дело в деревообрабатывающих производствах, Гослестехиздат, Ленинград, 1937.
10. А. Э. Грубе, Атлас конструкции деревообрабатывающих станков, Научно-методкабинет при Ленинградской лесотехнической академии, Ленинград, 1939.
11. Проф. М. А. Дешевой, Механическая технология дерева, т. I, изд. Кубуч, Ленинград, 1934.
12. Проф. М. А. Дешевой, Механическая технология дерева, т. II, изд. ОНТИ НКТП СССР, Главная редакция литературы по машиностроению и металлообработке, Москва—Ленинград, 1936.
13. И. М. Каменев, Взаимозаменяемость и плазово-шаблонный метод производства самолетов, Оборонгиз, Москва, 1940.
14. Я. Л. Колтунов, Основы техники безопасности в механической обработке древесины, Гослестехиздат, Москва, 1941.
15. Авиационное материаловедение под редакцией Кишкина С. Г. и Чулицкого Н. Н., Оборонгиз, Москва, 1941.
16. Н. Я. Любимов, Теория и практика сушки дерева, Гослестехиздат, 1932.
17. В. П. Ларионов, Технологические процессы в машиностроении, Государственное издательство местной промышленности РСФСР, Москва—Ленинград, 1939.
18. Ф. М. Манжос, Фрезерные станки и их эксплуатация, Гослестехиздат, Москва, 1940.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Предисловие	3
 Глава I. Древесные материалы, применяемые в самолетостроении	
1. Применение древесины в самолетостроении	5
2. Строение древесины и коры	6
3. Пороки древесины	9
Пороки строения древесины и дефекты	10
Пороки паразитарного происхождения	14
4. Характеристика древесины основных пород, применяемых в самолестроении	15
Хвойные породы	15
Лиственные породы	16
5. Физико-механические свойства древесины и методы их определения	18
6. Авиационный шпон	32
7. Авиационная фанера	33
Хранение авиационной фанеры и шпона	37
8. Облагороженная древесина	38
Дельта-древесина	39
Балинит	40
 Глава II. Хранение, раскрой и сушка древесины	
1. Хранение авиадревесины	41
Планировка лесного склада	41
Хранение и воздушная сушка древесины	42
Хранение авиадревесины в производственных цехах	46
2. Раскрой древесных материалов	47
Общие принципы раскроя	47
Раскрой древесины	47
Раскрой фанеры и шпона	50
Раскрой древесных пластиков	53
3. Сушка древесины	55
Общие сведения	55
Камерная сушка	58
 Глава III. Механическая обработка древесины	
1. Основные положения теории резания	80
2. Станочный деревообрабатывающий инструмент	89
Циркульные пилы	90
Ленточные пилы	95
Строгальные ножи	98
Фрезы	101
Сверла	105
3. Характеристика и краткое описание станков, применяемых для обработки древесины в самолетостроении	107
Станки для распиловки древесины	107
Строгальные станки	115
Фрезерные станки	121
Шлифовальные станки	126

Сверлильные станки	129
Копировально-фрезерный станок для снятия переменной малки	130
4. Режимы резания на деревообрабатывающих станках	131
5. Техника безопасности при работе на деревообрабатывающих станках	134
Общие требования	134
Технологические требования	134
Конструктивные требования	134

Глава IV. Склеивание древесины

1. Характеристика применяемых клеев	142
Общие сведения	142
Казеиновые клеи В-105 и В-107	142
Смоляные клеи	146
Карбамидные клеи	151
2. Приготовление клеев в производственных цехах	154
3. Технология клеечных работ и выдержки	157
4. Запрессовка и выдержки	161
5. Дефекты склейки и причины их образования	168
6. Контроль качества склейки	169
Прибор проф. Соколова	170
Вибрационный электрический дефектоскоп ВЭД-43	172
7. Карбинольный клей	173

Глава V. Выклейка обшивок самолета из шпона

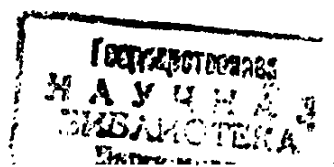
1. Общие сведения	177
2. Изготовление болвана	178
3. Ручной способ выклейки обшивок из шпона	179
Выклейка ручным гвоздевым способом	180
4. Пневматический способ выклейки	182
5. Ускоренная выклейка обшивок с пневматической запрессовкой	190
6. Выклейка обшивок по способу американской фирмы Локхид	190
7. Выклейка обшивок в автоклаве	191
8. Зачистка, ремонт и испытание обшивок	194
Машинка для зачистки обшивок с ножевой головкой	195
Шлифовальная машинка для зачистки обшивок	195
Испытание и ремонт обшивок	197
9. Основные дефекты при выклейке обшивок	198
10. Техника безопасности при работе со смоляными клеями	199

Глава VI. Подогрев деталей при склейке

1. Общие сведения	203
2. Контактный электроподогрев	203
Расчет электронагревателей	205
Изготовление контактных электронагревателей	211
Испытание электронагревателей	213
3. Рефлекторный подогрев	216
4. Камерный подогрев	217
5. Подогрев горячим воздухом, подводимым по трубе или шлангу	218

Глава VII. Изготовление элементарных и узловых деталей

1. Элементарные детали	218
Механическая обработка заготовок перед склейкой	218
Приспособление для склейки заготовок	221
Гнутье заготовок	227
Приспособления и станки для гнутья древесины	234
Механическая обработка элементарных деталей	236
Премка готовых элементарных деталей и предъявляемые к ним требования	242
2. Узловые детали	244
Лонжероны	245
Нервюры	253
Шпангоуты	257
Премка готовых узловых деталей и предъявляемые к ним требования	260



Глава VIII. Сборка агрегатов самолета

Классификация и краткая характеристика оборудования для сборки агрегатов	262
1. Сборка фюзеляжей	263
Сборка фюзеляжей типа монокок и полумонокок	263
Сборка каркаса фюзеляжа	263
Установка обшивки на каркас фюзеляжа	270
Прессы для установки обшивок на каркас фюзеляжа	272
Разделка стыковых отверстий	278
Отделка фюзеляжа	280
Сборка фюзеляжей стоечной конструкции	283
Планирование технологического потока сборки фюзеляжей	287
2. Сборка центроплана	289
Сборка каркаса	289
Установка обшивок на каркас центроплана	292
Разделка стыковых узлов центроплана	298
Отделка центроплана	302
Технологический процесс сборки центроплана	303
3. Сборка консоли крыла	304
Сборка каркаса	304
Установка обшивки на каркас	308
Разделка стыковых отверстий	312
4. Сборка неразъемного крыла	312
Планировка агрегатного цеха сборки консолей крыла	317
5. Стабилизатор	318
Сборка каркаса	318
Разделка стыковых узлов стабилизатора	319
6. Самолетные лыжи	322
Конструкция лыж	322
Изготовление лыж	325
7. Дренажирование самолетов	329
8. Приемка готовых агрегатов самолета и предъявляемые к ним требования	331
9. Стыковка агрегатов	332
10. Наладка прессов, агрегатных станков и ступеней	335
Наладка пневматических прессов	335
Наладка агрегатных станков	336
Наладка ступеней	337

Глава IX. Взаимозаменяемость деревянных деталей и агрегатов 338

Глава X. Лакокрасочные покрытия деревянных агрегатов

1. Общие сведения	343
2. Составные части лакокрасочных материалов	344
Масла	344
Смола	345
Пигменты	346
Растворители	347
Пластификаторы	348
Сиккативы	348
3. Назначение и характеристика лакокрасочных материалов	348
Грунт	348
Шпаклевка	349
Масляные лаки	349
Аэролаки	350
Шлифовальные и полировочные пасты	350
4. Технология нанесения лакокрасочных покрытий	350
Подготовка поверхности к окраске	352
Окраска внутренних поверхностей	352
Окраска наружных поверхностей	353
5. Дефекты в лакокрасочных покрытиях	357
6. Ремонт лакокрасочных покрытий	359

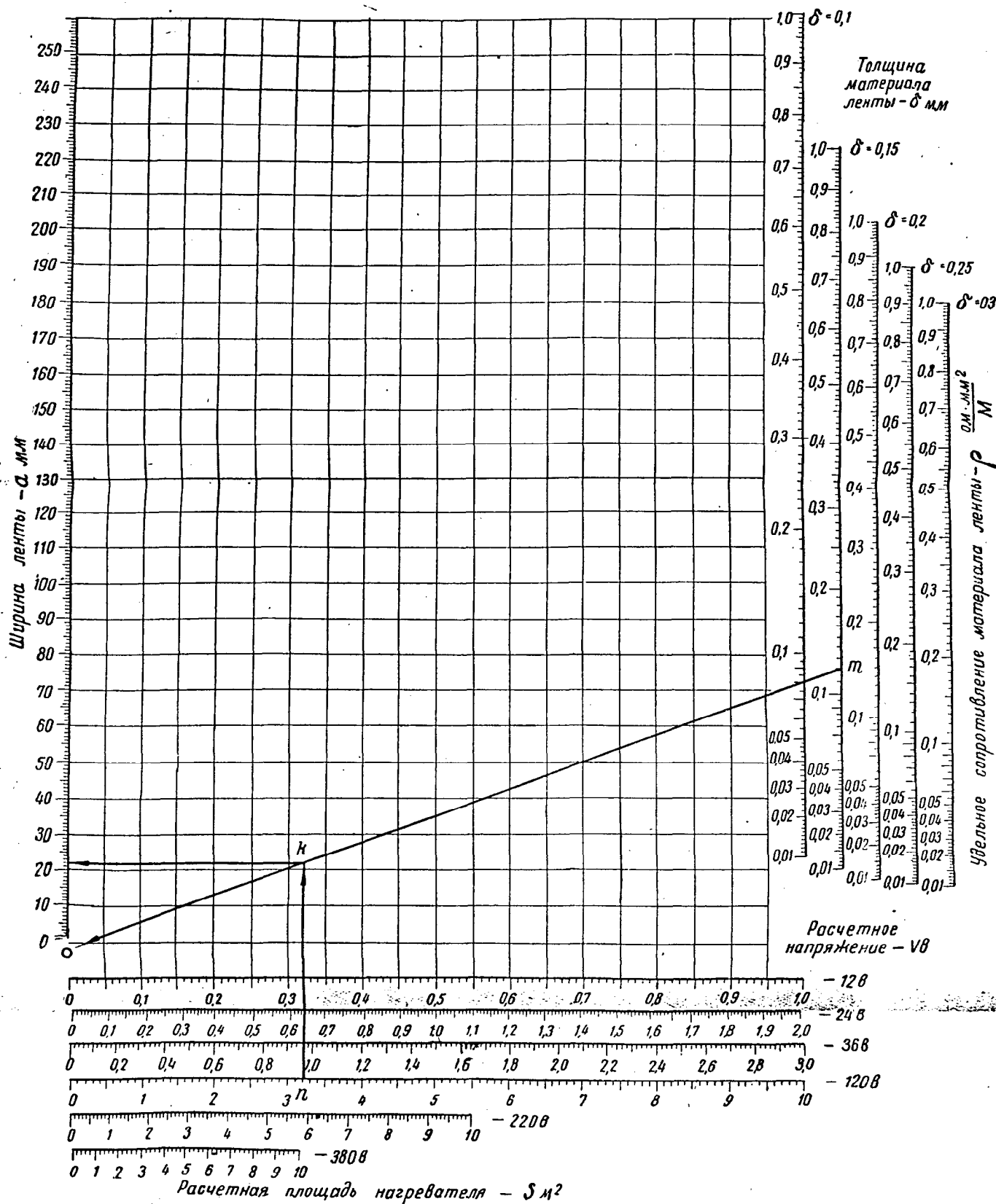
Глава XI. Внутризаводский транспорт

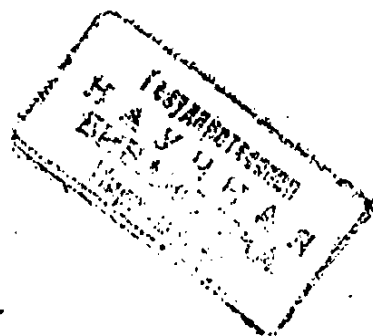
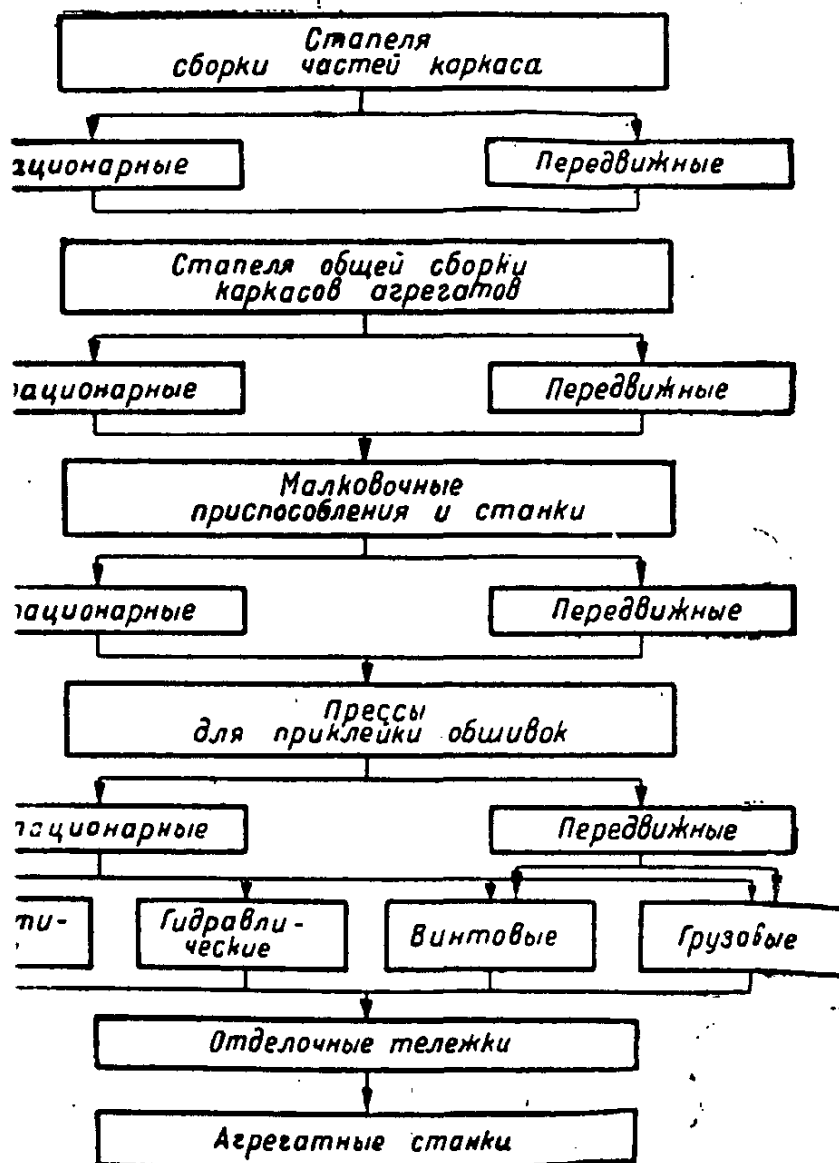
Стр.

1. Общие сведения	359
2. Транспортные устройства непрерывного действия	360
Тяговые приспособления	360
Ходовые опорные части	365
Приводные станции	366
Натяжные станции	368
3. Транспортные устройства периодического действия	370
Рельсовый транспорт	370
Безрельсовый транспорт	372
Автолесовозы	374
Подвесной рельсовый транспорт	376
4. Пневматический транспорт	378
Приложения	385

Номограмма для определения ширины нагревательной ленты при значениях:
1) удельной мощности $w=1 \text{ квт/м}^2$,
2) промежутка между полосами ленты $b=5 \text{ мм}$

$$a = \sqrt{\frac{25}{4} + \frac{10^6 P S^2}{\delta \cdot v^2}} = \frac{5}{2} \cdot$$





СИСТЕМА
стыковки основных эталонов и макетов переданных агрегатов самолета

