

Д-27
И. И. МИХАЛЕВ

Д Е П

674
М69

**СКЛЕИВАНИЕ
ДРЕВЕСНЫХ
МАТЕРИАЛОВ
В САМОЛЕТОСТРОЕНИИ**

И. И. МИХАЛЕВ

2003

СКЛЕИВАНИЕ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ В САМОЛЕТОСТРОЕНИИ

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА

ИКАП * СССР
ГОСУДАРСТВЕННОЕ
ИЗДАТЕЛЬСТВО ОБОРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Москва 1944

11282049

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	4
Введение	5
Глава I. Клей для склеивания авиационных древесных материалов	7
1. Применение клеев в авиапромышленности СССР	—
2. Приемка и испытание клеев на заводе	12
3. Смоляные клеи КБ-3 и ВИАМ-БЗ	16
4. Казеиновые клеи В-105 и В-107	22
5. Хранение материалов, применяемых при склейке	23
Глава II. Древесные материалы, виды клеевых соединений и подготовка поверхности к склейке	24
1. Древесные материалы, применяемые для клеевых авиадеталей	—
2. Основные виды клеевых соединений	26
3. Качество заготовок и деталей перед склейкой	29
4. Подготовка поверхности для склейки	33
Глава III. Приготовление клеев	36
1. Помещение	37
2. Оборудование	—
3. Получение клеящих материалов	40
4. Приготовление смоляных клеев КБ-3 и ВИАМ-БЗ	—
5. Техника безопасности при приготовлении смоляных клеев ВИАМ-БЗ и КБ-3	47
6. Приготовление растворов казеиновых клеев В-105 и В-107	48
Глава IV. Процесс склеивания	52
1. Температура и влажность воздуха в производственных помещениях	—
2. Вязкость клея при нанесении	58
3. Нанесение клея	60
4. Сборка	66
5. Запрессовка	68
6. Запрессовка с подогревом	73
7. Выдержка клеевых изделий перед обработкой	86
8. Методы запрессовки	90
Глава V. Контроль за качеством готовых изделий	122
Дефекты в клеевых изделиях и их причины	125
Глава VI. Техника безопасности и промышленная санитария при склейке смоляными клеями ВИАМ-БЗ и КБ-3	131
Техника безопасности при работе с казеиновыми клеями В-105 и В-107	132
Глава VII. Условия работы клеевых соединений при эксплуатации самолетов	133
Литература	138

ПРЕДИСЛОВИЕ

Склейка древесных материалов в самолетостроении имеет ряд особенностей в режимах и технике склеивания, вызываемых, с одной стороны, высокими требованиями, предъявляемыми к авиационным деталям и агрегатам, с другой стороны, необходимостью проведения операций склейки в максимально короткие сроки и наличием большого разнообразия операций склейки и сложности конфигураций деталей.

Несмотря на исключительно широкое применение склейки в деревянном и смешанном самолетостроении, до сего времени не имеется специальной литературы, достаточно подробно освещающей режимы и технику склеивания древесных материалов, за исключением инструкций по склейке и ряда журнальных статей.

С применением для склейки смоляных фенольно-формальдегидных клеев ВИАМ-БЗ и КБ-3 было внесено много новшеств в технику и режимы склеивания древесных материалов, что способствовало развитию клеевой техники в самолетостроении.

В настоящей книге обобщен опыт, накопленный самолетостроительными заводами, применяющими склейку, и результаты исследовательских работ Всесоюзного научно-исследовательского института авиационных материалов, а также опыт автора по длительной работе его в области склеивания деталей и агрегатов самолетов.

Книга рассчитана на технологов и работников деревообрабатывающих цехов самолетостроительных заводов, а также может служить учебным пособием для авиационных техникумов, для школ повышения квалификации мастеров и технологов цехов.

Автор выражает благодарность Заместителю начальника ВИАМ тов. Р. С. Амбарцумян и Начальнику лаборатории 12 ВИАМ проф. Н. Н. Чулицкому за ценные замечания, сделанные при просмотре рукописи.

ВВЕДЕНИЕ

Применение древесины в самолетостроении как основного конструкционного материала объясняется сравнительно высокой крепостью ее при низком объемном весе, дешевизной и легкостью обработки.

Древесина особенно широко применяется в самолетостроении Советского Союза, имеющего огромные лесные ресурсы.

Новые древесные материалы, разработанные в последнее время, такие как дельта-древесина, липнофоль, акслид и балинит, имеющие значительно повышенные физико-механические свойства по сравнению с древесиной, еще более способствовали расширению области применения древесины в самолетостроении.

Основным надежным способом соединения деревянных элементов авиационных деталей является склейка. Поэтому роль склейки исключительно велика. Склейка в деревянном самолетостроении играет не меньшую роль, чем сварка в металлическом самолетостроении.

Клееные авиадетали и конструкции из древесных материалов всегда легче, чем авиадетали или конструкции из этих же материалов, но соединенных каким-либо другим способом, например, с помощью болтов, шурупов, гвоздей и других видов металлических креплений.

Металлические крепления выгодны лишь при соединении вторец разъемных деревянных деталей и агрегатов.

Применение склейки позволяет более полно использовать древесину и древесные материалы. Например, из брусков, имеющих местные дефекты, путем вырезки (раскроя) мелкогабаритных планок и последующей склейки их можно получить вполне однородные по механическим свойствам клееные массивы больших сечений и длин такие, как полки лонжеронов крыла, достигающих иногда длины 10—15 м при сечении до 200 × 300 мм.

Применяя склейку, можно изготавливать деревянные детали сложной конфигурации.

К клеевым соединениям предъявляются высокие требования в отношении их прочности. Жесткие условия, в которых находятся клееные детали при эксплуатации самолетов, как то: воздействие влажного воздуха и воды, действие грибка и влияние резких колебаний температуры от +60 до -60°, еще более повышают требования к качеству авиационных клеев и склейке.

Клеевое соединение авиадеталей из древесных материалов должно по крепости не уступать этим древесным материалам при испытании их на скалывание вдоль волокон, должно быть вибростойким, абсолютно водоупорным и грибостойким, а также термостойким в пределах температур от $+60$ до -60° .

Для получения качественного клеевого соединения необходимо применять для склейки клеи, обладающие высокой связывающей способностью, вибростойкостью, водоупорностью и грибостойкостью. Технология склеивания должна быть проста и удобна в серийном производстве. При склеивании следует обязательно соблюдать все условия, предусмотренные режимом склейки. Режим склейки специально подбирается для каждого клея в зависимости от операции склейки и склеиваемых материалов. Нередки случаи, когда при наличии хорошего клея из-за несоблюдения режима склейки в целом или какой-либо части его качество клеевого соединения было плохим, в результате чего детали браковались.

В настоящей книге описаны основные свойства авиационных клеев и методы их контроля, режимы склеивания, приготовление клеев и техника склеивания авиадеталей из древесных материалов теми клеями, которые применяются или внедряются в настоящее время в самолетостроении.

Глава I

КЛЕИ ДЛЯ СКЛЕИВАНИЯ АВИАЦИОННЫХ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В практике клеями называют ряд веществ, обладающих способностью клеить, т. е. сцепляться с поверхностью различных материалов и образующих при известных условиях (высушивании, нагревании или действии химических процессов) твердую прослойку, прочно связывающую соединяемые материалы.

Ранее считали, что крепость клеевого соединения древесины зависит от проникновения клея в клетки древесины и отвердевания его в сплошную массу, т. е. чисто механического сцепления. Однако современные исследования показали, что одним механическим сцеплением явления склеивания объяснить нельзя.

Сила сцепления клея с древесными материалами зависит главным образом от сил молекулярного сцепления, возникающих между пленкой клея и склеиваемыми материалами, и в меньшей степени от механического сцепления, т. е. зацепления клеевой прослойки за шероховатости древесины и впитывания клея в сосуды и клетки древесины.

Силы молекулярного сцепления зависят от степени сродства клея со склеиваемым материалом в отношении их полярности.

Для получения равномерной по толщине клеевой прослойки и обеспечения контакта клея с древесиной, склеиваемые поверхности должны быть гладкими и хорошо смачиваться клеем.

1. Применение клеев в авиапромышленности СССР

Ранее в авиационных мастерских для склеивания древесины применялись исключительно желатиновые клеи, получаемые из кожи и костей домашних животных; в практике эти клеи называются столярными.

В состав желатиновых клеев входит особая группа белков протендов или альбуминоидов, не обладающих свойством свертывания при нагревании и высушивании, а образующих обратимый коллоид. Поэтому клеевая пленка желатиновых клеев после высушивания легко растворяется в воде, вследствие чего клеевое соединение древесины на столярном клее является нестойким,

хотя на сухой древесине, например ясёна, оно может иметь временное сопротивление скалыванию по склейке вдоль волокон древесины 130—180 кг/см². Однако после 30-часового вымачивания в воде клеевых образцов (с площадью склейки 25 см²) сопротивление скалыванию их по склейке падает до 30 кг/см², а при дальнейшем воздействии воды образцы расклеиваются. Желатиновый клей и клеевое соединение на этом клее чрезвычайно негигиеничны, быстро загнивают и легко разрушаются бактериями.

При применении желатинового клея в производстве встречается ряд неудобств, так, например, требуется непрерывный подогрев клеевого раствора и склеиваемых изделий до 40—50°. Клеевой раствор имеет большую пенистость.

С развитием деревянного и смешанного самолетостроения в Советском Союзе желатиновые клеи были вытеснены относительно более водоупорными и удобными в работе казеиновыми клеями.

Казеиновые клеи при затвердевании дают необратимый коллоид, т. е. затвердевшая клеевая пленка не растворяется в воде, но при длительном воздействии воды набухает и медленно распадается. Поэтому эти клеи обладают большей водоупорностью, чем желатиновые, хотя водоупорность их все же весьма ограничена.

Казеиновые клеи состоят из молочного казеина, извести и ряда других компонентов.

По способу приготовления они разделяются на жидкосмешиваемые и порошкообразные.

Жидкосмешиваемые клеи готовят на заводе-потребителе из отдельных компонентов непосредственно перед склейкой. Качество этих клеев можно контролировать только после употребления, что является их существенным недостатком. К такого рода клеям, применявшимся в авиастроении, относится клей № 6. В состав этого клея, помимо казеина, извести, фтористого натрия и других специальных добавок, вводилось жидкое стекло.

В отличие от жидкосмешиваемых порошкообразные казеиновые клеи готовятся на специальных заводах и поступают к потребителю в виде сухого порошка, который перед употреблением разводят в воде.

К порошкообразным клеям относятся клей ЦАГИ-104, применявшийся до 1936—1937 гг., и стандартные клеи В-105 и В-107, применяющиеся для склейки авиадеталей из древесных материалов в настоящее время.

Несмотря на ряд преимуществ перед столярными, все казеиновые клеи далеко несовершенны. Как показала практика эксплуатации деревянных самолетов, детали, склеенные казеиновым клеем, имеют ряд существенных недостатков вследствие природы самого клея.

К основным недостаткам следует отнести:

- 1) Ограниченную водоупорность клеевого соединения.
- 2) Легкую поражаемость грибами (гниение). В условиях эксплуатации склеенные казеиновым клеем деревянные детали под действием влаги и грибов расклеиваются, что сокращает срок службы самолетов. Примешивание в клей различных антисептиков

только частично сохраняет крепость склейки при эксплуатации, так как такие детали все же не защищены от действия влаги.

3) Увлажнение древесины при склейке раствором казеиновых клеев, содержащим до $\frac{2}{3}$ воды, в дальнейшем, при быстром удалении избытка влаги из клееных деталей, нередко вызывает образование трещин по клеевым соединениям или вблизи этих соединений, а также коробление деталей, в результате чего получается брак клееных деталей. Кроме того, после склейки нужна длительная выдержка клееных деталей перед обработкой, для того чтобы влага от клеевого соединения более или менее равномерно распределилась по всему сечению детали. Наконец, подтеки клея при приклейке фанерной обшивки к каркасам из-за большой усадки клея при высыхании вызывают значительное втягивание обшивки внутрь каркаса, что ухудшает аэродинамические свойства самолета, кроме того, подтеки клея при растрескивании разрушают внутренние лакокрасочные покрытия деталей.

4) Понижение крепости склейки после длительной эксплуатации вызывает необходимость применения гвоздей в ряде деталей, например, в лонжеронах крыла, шпангоутах, нервюрах, в качестве дополнительного крепления фанеры и т. д.

5) Недостаточно высокое качество склейки облагороженной древесины.

Все эти недостатки казеиновых клеев весьма существенны, и поэтому встал вопрос о замене казеиновых клеев более стойкими, абсолютно водоупорными и не подвергающимися загниванию смоляными клеями.

Для склейки авиационной водоупорной фанеры уже давно широко применяется синтетическая фенольно-формальдегидная смола, выпускаемая в виде бакелитового лака, но вследствие высокой температуры полимеризации (затвердевания) (145—150°) бакелитовый лак для склейки авиационных деталей не применялся.

ВИАМ в 1937—1939 гг. проверил ряд смоляных клеев с низкой температурой полимеризации и разработал вариант смоляного клея на основе фенольно-формальдегидной смолы, затвердевающего при обычной комнатной температуре. Такой клей был выпущен под маркой ВИАМ-БЗ. Он обладает всеми ценными качествами авиационного клея, но имеет довольно существенный недостаток — наличие значительного содержания свободного фенола (до 20% в смоле), что требует проведения ряда санитарно-технических мероприятий при применении клея. Одновременно с внедрением смоляного клея ВИАМ-БЗ ВИАМ разработал новый смоляной клей марки КБ-3, который обладает теми же ценными свойствами, что и клей ВИАМ-БЗ, но содержит значительно меньше свободного фенола (не более 4%), что позволяет при работе с ним проводить меньшие санитарно-технические мероприятия, так как клей КБ-3 менее вреден.

С применением смоляных клеев в авиационной промышленности значительно ускоряется процесс производства деревянных авиадеталей и агрегатов (особенно при склейке с подогревом).

Основные характеристики стандартных клеев, применяющихся в самолётостроении для склейки различных древесных материалов

Таблица 1

Наименование и марка клея		Вид клея	Основные компоненты	Стойкость при хранении	Связывающая способность					
					Временное сопротивление склеиванию по склейке клеевых образцов ясеня					
					По данным испытаний ВИАМ			Приемочные нормы		
					При воздушном сухом состоянии	После 48 час. выдержки в воде	В воздушном состоянии	После 24 час. выдержки в воде	S кг/см ²	S_w кг/см ²
					S_w кг/см ²	разрушение по дренесине, %	S кг/см ²	разрушение по дренесине, %		
Смоляной фенольно-формальдегидный КБ-3	Жидкий	Фенольно-формальдегидная смола Б и керосиновый контакт	Компоненты хранятся отдельно. Ежемесячному осмотру подвергается только смола. В зависимости от температурных условий срок хранения смолы Б от 3 до 6 мес.		161 184—200	80 30—100	128 104—160	80 50—100		
Смоляной фенольно-формальдегидный ВИАМ-Б3	Жидкий	Фенольно-формальдегидная смола ВИАМ-Б, керосиновый контакт и ацетон или спирт этиловый сырец	То же, как и КБ-3, но срок хранения смолы от 2 до 4 мес.		153 130—169	70 10—100	121 105—153	80 60—100	130	Не испытывается вследствие высокой доупористости
Казеиновый В-105	Порошкообразный	Казеин 1-го сорта и минеральные соли	Гарантийный срок хранения 6 мес. при температуре воздуха не выше 30° и при влажности в пределах 40—70%		134 108—177	80 20—100	55 34—80	20 0—40		
Казеиновый В-107	Порошкообразный	Казеин 1-го и 2-го сорта в соотношении 1:1; а остальное, как В-105	То же, как и В-105		—	—	—	—	100	70

Наименование и марка клея	Влияние воды и температуры на крепость склейки (после двух циклов воздействия)		Грибостойкость	Безостойкость	Маслостойкость	Противовоздействие	Применение	Назначение клея	Примечание
	S, кг/см ²	Разрушение образцов древесины по весу, %							
Смоляной фенольно-формальдегидный КБ-3	138 61—120	86 25—100	Высокогрибостойкие	Безостойкие	Маслостойкие	Комплекты сгущиваются при температуре 12—20°	Клей наносит без подогрева Склеивание производится под давлением при температуре воздуха и деталей от 16 до 30° или с подогревом до 60°	Для склеивания древесины, фанеры, дельта-древесины, баллига, обшивок из шпона и любых количеств слоев	Один цикл воздействия температуры и воды состоит из: 1. Вымачивания в воде при $t = 18-20^\circ$ в течение 48 час. 2. Замораживания при $t = -60^\circ$ в течение 6 час. 3. Оттаивания в воде при $t = 18-20^\circ$ в течение 6 час. 4. Сушки при $t = +60^\circ$ в течение 12 час. 5. Вымачивания в воде при $t = 18-20^\circ$ в течение 15 час.
	102 48—116	70 10—100							
Казеиновый В-105	Образцы разрушаются по клевою соединению до испытания		Без антисептика нетрибостойные и служат питательной средой для грибов	Безостойкие	Маслостойкие	Порошок размешивают с водой температурой 10—25°	Клей наносит без подогрева. Склеивание производится под давлением при температуре воздуха и деталей от 12 до 30° или с подогревом до 60°, за исключением операций выклейки обшивок из шпона или склейки толстых фанерных листов друг с другом, когда подогрев не применяется	Для склеивания древесины, фанеры и обшивок из шпона	
Казеиновый В-107									

улучшается качество клееных авиадеталей, благодаря чему увеличивается срок службы деревянных самолетов. В настоящее время для склейки авиадеталей из древесных материалов применяют высокопрочные и абсолютно водостойкие смоляные клеи марки ВИАМ-БЗ и КБ-3, а менее водостойкие казенные клеи марки В-105 и В-107 постепенно вытесняются смоляными клеями.

Основные характеристики стандартных авиационных клеев, применяемых в самолетостроении, приведены в табл. 1.

В ВИАМ ведутся также работы по получению порошкообразных смоляных клеев на основе фенольно-формальдегидных смол. Надо полагать, что порошкообразные клеи можно будет длительное время хранить без изменения физико-химических свойств и применение таких клеев еще более уменьшит вредность работы.

Кроме смоляных фенольно-формальдегидных клеев, применяемых в самолетостроении, были разработаны и испытаны смоляные карбамидные клеи марки КМ-12, КМ-3, КМ-1 и МК-2, представляющие собой смесь синтетических мочевиновых смол (на основе мочевины и формалина с добавлением ряда других продуктов) со специальными отвердителями.

Клей КМ-1 составляется из жидкой смолы СМС-1 с добавлением отвердителя — хлористого аммония.

Клей КМ-12 состоит из жидкой смолы марки М с добавлением отвердителя — сернистого аммония.

Смола для клея МК-2, именуемая СМК-2, представляет собой порошок, который растворяется в горячей воде с добавлением этилового спирта и отвердителя.

Клей КМ-3 составляется также из порошкообразной смолы и отвердителя, но растворяется в воде без подогревания с небольшим добавлением спирта.

Проведенные лабораторные и производственные испытания показали, что карбамидные клеи обладают высокими физико-механическими свойствами, не уступающими фенольно-формальдегидным клеям, но несколько менее водостойки.

По технологическим свойствам клеи КМ-1 и МК-2 оказались менее пригодны, чем клеи ВИАМ-БЗ и КБ-3.

Клей КМ-12 дал наилучшие результаты из трех испытанных клеев, но все же при выклейке им в пневматическом прессе обшивки из шпона в ней получается некоторое количество местных непроклеек (пузырей).

Клей КМ-3 находится в стадии технологических испытаний.

2. Приемка и испытание клеев на заводе

Качество клея и его компонентов, поступающих на завод-потребитель, контролируется по внешнему виду и путем лабораторных испытаний. Очень важно, чтобы контроль производился до приготовления клея, в противном случае не исключена возможность пропуска в производство некондиционного клея и последующего брака клееных изделий. Поэтому контролю качества клеящих материалов должно уделяться большое внимание.

На заводе на все поступающие на склад партии казенных клеев или компонентов смоляных клеев прежде всего составляются складские ведомости и обязательно проверяются паспорта, присылаемые с заводов-поставщиков. После этого клей или компоненты клея осматриваются по внешнему виду, и отбираются пробы для лабораторных испытаний, причем обращается внимание на тот или иной фактор в зависимости от марки клея.

Компоненты смоляного клея ВИАМ-БЗ: синтетическая фенольно-формальдегидная смола ВИАМ-Б, отвердитель — керосиновый контакт и, растворитель — ацетон и компоненты смоляного клея КБ-3 — синтетическая фенольно-формальдегидная смола и керосиновый контакт — поступают на заводы в отдельных упаковках.

Приемка смол. Смолы Б и ВИАМ-Б транспортируются в тщательно закупоренных стеклянных бутылках или железных бочках. Пробки для закупорки делаются деревянные, плотно входящие в бутылку, и сверху обертываются пергаментной бумагой. Такая плотная упаковка необходима для предохранения смол от быстрого загустевания (старения), особенно смолы Б, имеющей в своем составе летучий растворитель. При неплотной упаковке растворитель может улетучиться, вследствие чего жизнеспособность смолы резко понизится. Поэтому при осмотре поступившей партии смолы необходимо обращать внимание прежде всего на тщательность упаковки.

На каждой бутылке или бочке имеется бирка, на которой указано: 1) название продукта, 2) завод-изготовитель, 3) время изготовления, 4) вес и 5) номер партии и бутылки.

По внешнему виду смолы Б и ВИАМ-Б представляют маловязкие жидкости от желтого до красновато-бурого цвета. При осмотре обращается внимание на то, чтобы в смоле не было каких-либо посторонних примесей, расслоения, осадка или сгустков, а также выделившейся из смолы надсмольной воды.

Отбор проб смолы для испытания. После наружного осмотра смолы на складе и при ее годности контролер склада из каждой партии отбирает пробы для лабораторных испытаний физико-химических свойств смолы и связывающей способности клея. Пробы отбираются от каждой партии в отдельную склянку, при этом пробы берутся от 25% бутылей с таким расчетом, чтобы общее количество смолы для испытания, характеризующей данную партию, было около одного литра.

Физико-химические показатели смолы Б. Заводская лаборатория определяет следующие физико-химические свойства смолы по методике, изложенной в технических условиях на смолу Б.

Содержание свободного фенола по стандарту не должно быть более 5%, свободного формальдегида — не более 3% и воды при определении по методу Дина и Старка — не более 25%. Повышенное содержание воды (более 25%) может оказать отрицательное влияние на склеивающие свойства клея, особенно при выклейке обшивок из шпона.

Содержание ацетона в качественной смоле Б должно быть в пределах от 7 до 10%.

Вязкость смолы Б должна быть от 10 до 25° ФЭ при 20° С. Вязкость смолы находится в прямой связи с вязкостью клея, приготовляемого из данной смолы. Смола с большой вязкостью (до 20—25° ФЭ) должна лускаться в производство в первую очередь. Более вязкие смолы могут быть использованы для приготовления клея с дополнительным введением в клей КБ-3 ацетона, но не более 10 весовых частей на 100 весовых частей смолы и при условии нормальной жизнеспособности клея.

Физико-химические показатели смолы ВИАМ-Б. В лаборатории определяются следующие физико-химические характеристики смолы ВИАМ-Б.

Содержание свободного фенола — не более 20%.

Повышенное содержание свободного фенола может вызывать увеличение заболеваний рабочих, поэтому смолы, содержащие выше 20% фенола, бракуются.

Содержание воды — не более 20%.

Вязкость смолы должна быть от 30 до 60° ФЭ. Более вязкие смолы ВИАМ-Б не бракуются и могут быть использованы в производстве клея ВИАМ-БЗ при добавлении ацетона сверх установленной нормы, но не более 10 весовых частей на 100 весовых частей смолы, и при нормальной жизнеспособности клея ВИАМ-БЗ.

Физико-химические свойства смолы определяются по методике, изложенной в технических условиях на фенольно-баритовую смолу ВИАМ-Б.

Приемка керосинового контакта. Керосиновый контакт представляет смесь нефтяных сульфокислот, получаемых при обработке (сульфировании) керосинового дистиллата дымящей серной кислотой или серным ангидридом.

Керосиновый контакт, применяемый для смоляных клеев, должен удовлетворять требованиям ГОСТ 463-43 «Контакт» (нефтяные сульфокислоты) на контакт керосиновый 1-го сорта, авиационный.

Контакт транспортируется в деревянных бочках или металлических цистернах, покрытых изнутри специальным защитным слоем.

Физико-химические свойства контакта. Керосиновый контакт в любых пропорциях должен смешиваться с водой. При встряхивании в пробирке и нагревании до 40° С раствор сульфокислот дает сильно устойчивую пену. Содержание сульфокислот в керосиновом контакте должно быть не менее 55%. Содержание минерального масла (неомыляемых веществ) выражается в отношении содержания сульфокислот к содержанию масла. Это отношение должно быть не менее 9,6. Наличие большего количества масла в контакте отрицательно влияет на полимеризацию клея.

Отношение сульфокислот к содержанию серной кислоты должно быть не менее 50. Контакт с повышенным содержанием серной кислоты ни в коем случае не может быть допущен для приготовления клея вследствие отрицательного влияния серной кислоты на крепость клеевого соединения, особенно обшивок, вы-

клеиваемых из гонких слоев шпона, в которых от действия серной кислоты могут снизиться механические свойства древесины шпона.

Отношение содержания сульфокислот к содержанию золь должно быть не менее 50.

При определении физико-химических свойств контакта необходимо руководствоваться методикой, изложенной в ГОСТ 463-43, в противном случае возможны отклонения вследствие различия в методах испытаний.

В случае положительных результатов испытания контакт принимается, затем дополнительно определяется кислотное число контакта, величина которого служит лишь для расчета весовых соотношений смолы и контакта при приготовлении клеевой смеси.

Кислотное число керосинового контакта определяется следующим образом: 4—5 г контакта отвешивают в колбу Эрленмейера, приливают 25 см³ дистиллированной воды, 25 см³ нейтрального (96%) этилового спирта и две-три капли фенолфталеина и титруют 1/Н раствором NaOH до розового окрашивания.

Кислотное число контакта, выраженное в мг NaOH на 1 г контакта, вычисляют по формуле

$$x = \frac{40a}{b},$$

где a — число см³ нормального раствора NaOH, идущего на нейтрализацию навески контакта;

b — навеска контакта в г.

В зависимости от кислотного числа каждой партии контакта дается рабочий номер, который определяется по табл. 2.

Таблица 2

Рабочий номер контакта	1	2	3
Кислотное число контакта . .	От 65 до 75	От 76 до 85	От 86 до 95

На каждую бочку или бутылку керосинового контакта привешивается бирка с указанием рабочего номера контакта, кислотного числа и пригодности контакта для приготовления клея.

Если при определении кислотное число керосинового контакта оказалось более 95, а контакт по всем остальным требованиям отвечает техническим условиям, то его можно разбавлять водой до требуемого кислотного числа и после испытания допускать для приготовления смоляных клеев.

Количество добавляемой воды рассчитывается по формуле

$$x = \frac{b(a-c)}{c},$$

где x — необходимое количество добавляемой воды;

a — кислотное число разбавляемого контакта;

b — количество разбавляемого контакта;

c — необходимое кислотное число контакта.

Керосиновый контакт с кислотным числом более 95 не следует допускать для приготовления клея хотя бы и с соответствующим пересчетом по формуле ввиду того, что применение высококонцентрированного контакта может оказать отрицательное влияние на жизнеспособность клея и вызвать ускорение старения клеевого соединения.

Ацетон принимается и испытывается по ОСТ 304-39 Наркомлеса на ацетон технически чистый.

По внешнему виду технический ацетон представляет прозрачную жидкость цвета не темнее раствора, содержащего 5 г двухромовокислого калия в 1 л воды. Содержание чистого ацетона (CH_3COCH_3) должно быть не менее 97%.

Ацетон отпускается в железных оцинкованных бочках или стеклянных бутылках емкостью ~ 25 л.

Этиловый спирт (сырец), применяемый взамен ацетона при приготовлении клея ВИАМ-БЗ, принимается по ГОСТ 131-41.

Ацетон и этиловый спирт легко воспламеняются, поэтому при работе с ними необходимо соблюдать меры противопожарной безопасности как с огнеопасными веществами.

3. Смоляные клеи КБ-3 и ВИАМ-БЗ

Испытание клеев КБ-3 и ВИАМ-БЗ. После проверки качества смол, керосинового контакта и ацетона или спирта испытывают клей, приготовляемый из отобранных проб от каждой отдельной партии смолы, контакта и ацетона или спирта.

Клеи ВИАМ-БЗ и КБ-3 производятся для производства по двум рецептурам.

По первой — для всех операций склейки без подогрева и с подогревом, за исключением операций выклейки обшивки из шпона с электроподогревом.

По второй — клеи предназначаются только для выклейки с электроподогревом элементов обшивок из шпона или тонкой фанеры для агрегатов самолета.

В табл. 3 приведены рецептуры клеев ВИАМ-БЗ и КБ-3.

Клеи КБ-3 и ВИАМ-БЗ должны удовлетворять следующим требованиям.

1. По внешнему виду после замешивания клеи должны иметь вид сиропообразной, прозрачной в тонких слоях жидкости без каких-либо механических примесей и сгустков. Цвет клея не нормируется.

2. Жизнеспособность — вязкость клея по первой рецептуре в пределах от 20 до 90° ФЭ при температуре 20° С должна изменяться не менее чем за 2,5 и не более чем за 4 часа.

3. Склеивающая способность. Крепость клеевого соединения ясеня на скалывание вдоль плоскости склейки при нормальном испытании восьми образцов должна быть не ниже 130 кг/см². При этом допускается минимальная величина времен-

ного сопротивления 110 кг/см^2 в случае разрушения площади склеивания не менее чем на 70% по древесине.

Смоляные клеи абсолютно водоупорны, поэтому крепость клеевого соединения после вымачивания в воде не испытывается.

Таблица 3

Марка клея	Компоненты клея	Первая рецептура клея	Вторая рецептура клея
		соотношение весовых частей	соотношение весовых частей
ВИАМ-БЗ	1. Фенольно-баритовая смола ВИАМ-Б	100	100
	2. Ацетон	10	10
	3. Контакт керосиновый 1-го сорта	1400	1000
		α	α
КБ-3	1. Фенольно-формальдегидная смола Б	100	100
	2. Контакт керосиновый 1-го сорта	1800	1600
		α	α

Примечание. Ацетон может быть заменен этиловым спиртом (сырцом), которого необходимо брать 8 весовых частей на 100 весовых частей смолы; α — кислотное число применяемого контакта.

Для клея второй рецептуры, предназначенного для выклейки обшивок с электроподогревом, временное сопротивление на склеивание по склейке образцов типа фанеры, выклеиваемых из 0,5-мм березового шпона с подогревом, должно быть в среднем из шести испытаний не менее 25 кг/см^2 , при минимальном значении S_w отдельных образцов 18 кг/см^2 .

Для испытания готовится около 1 кг клея. Компоненты берутся по весу, затем смешиваются в стеклянном или фарфоровом стакане в течение 10—15 мин., при этом поддерживается температура смеси в пределах $15-20^\circ$, для чего стакан помещается в воду определенной температуры.

Определение качества клея по внешнему виду. 50—100 г свежеприготовленного клея помещается в стакан емкостью 100—150 см³. В клей погружается стеклянная палочка или шпатель, который затем поднимают на высоту 10—20 см над стаканом и рассматривают тонкую струю стекающего клея. Струя должна быть маловязкой (свободно стекающей), однородной, без механических примесей и сгустков. В зависимости от результатов наблюдений отмечается: «Однородная маловязкая струя».

«Однородная вязкая жидкость», «Жидкость маловязкая с механическими включениями, сгустками» и т. п.

При определении жизнеспособности клея различают общую и рабочую жизнеспособность. Общая жизнеспособность определяется временем нарастания вязкости клея с момента его замешивания до 90°ФЭ . Рабочая жизнеспособность определяется временем нарастания вязкости клея с 25 до 90°ФЭ .

Для определения жизнеспособности наливается 200 г свежеприготовленного клея в стакан диаметром 5—8 см емкостью 250—300 см³ и выдерживается в нем при всей дальнейшей работе при температуре 20°С , что достигается помещением стакана с клеем в термостат или водяную баню. По достижении клеем температуры 20°С определяется начальная вязкость его, а затем вязкость клея определяется через каждые 30 мин. до повышения ее до 90°ФЭ .

Вязкость определяется вискозиметром ФЭ-36 с применением сопла № 2, имеющего диаметр отверстия 5 мм. На фиг. 1 показан вискозиметр ФЭ-36.

В промытый и высушенный резервуар вискозиметра наливается испытываемый клей до покрытия острых концов штифтов.

При помощи винтов резервуар устанавливается горизонтально, после чего в рубашку вискозиметра наливается вода для поддержания температуры клея в 20°С .

Как только клей достигнет температуры 20°С , стержень быстро вынимается из сопла. В момент появления клея на выходе из сопла включают секундомер. Секундомер выключается в момент достижения мениском клея метки приемника, градуированного на 50 см³.

Время в секундах, необходимое для истечения 50 см³ клеевой смеси из вискозиметра через сопло № 2, умноженное на константу сопла, является мерой относительной вязкости, выраженной в градусах ФЭ

$$\eta^\circ \text{ФЭ} = TK,$$

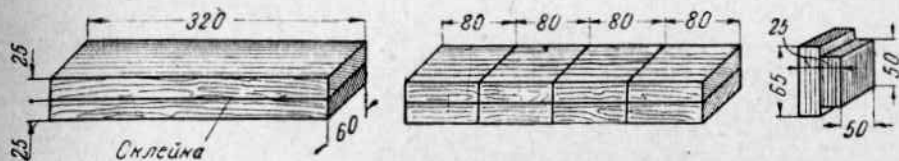
где T — время истечения 50 см³ клеевой смеси (в секундах);
 K — константа сопла вискозиметра.

Если вязкость клеевого раствора через 2,5 часа после достижения 20°ФЭ больше 90°ФЭ или через 4 часа меньше 90°ФЭ , то такой клей не отвечает техническим требованиям на клей по рабочей жизнеспособности.

Определение клеящей способности клея следует отнести к самому основному виду испытаний, которое производится путем склейки образцов и испытания их на скалывание по склейке.

Для изготовления образцов на скалывание по склейке применяется древесина ясеня или дуба (лучше брать ясень) с влажностью 7—10% и повышенными механическими свойствами, чтобы сопротивление скалыванию древесины было не менее $130\text{—}140 \text{ кг/см}^2$.

Для склейки изготавливаются бруски шириной 60 мм, длиной 320 мм и толщиной 25 мм таким образом, чтобы направление волокон древесины было параллельно плоскости склейки, а направление годовых слоев — под углом $45\text{—}90^\circ$ к плоскости склейки, как показано на фиг. 2.



Фиг. 2. Схема заготовки брусков для склейки.

Поверхности брусков, предназначенных для склеивания, хорошо прифуговываются не более чем за 2 часа до момента склеивания во избежание коробления. При склеивании обращается внимание на то, чтобы температура древесины и температура воздуха в помещении, в котором образцы склеиваются, была порядка $17\text{—}20^\circ$.

Приготовленный клеевой раствор наносится на обе склеиваемые поверхности.

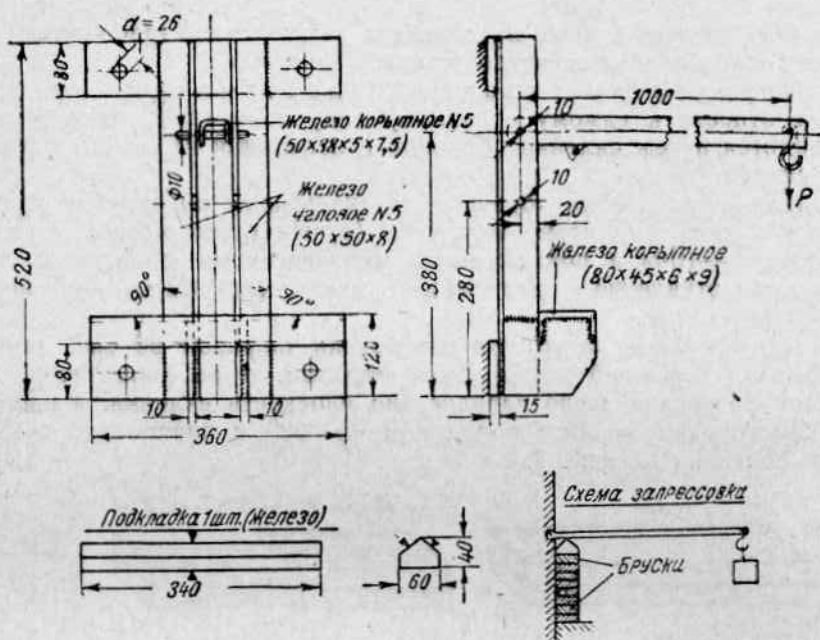
Бруски, намазанные клеем, складываются через 8—10 мин. после нанесения клея.

Сложенные бруски после 10—20 мин. закрытой пропитки помещаются под пресс на 18 час. при нагрузке в пределах $2\text{—}3 \text{ кг/см}^2$.

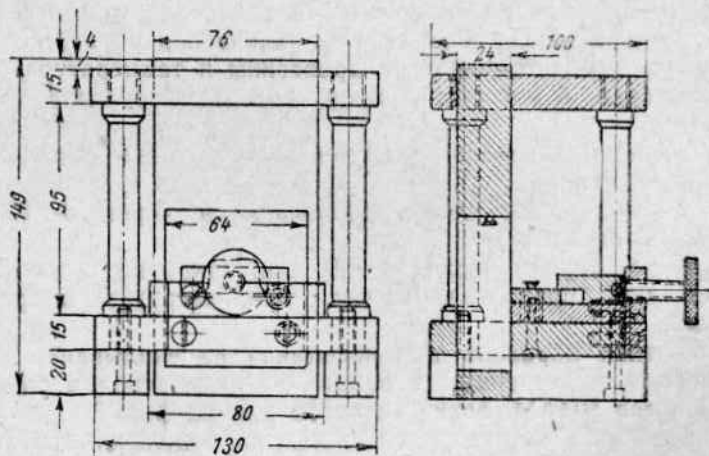
Для склейки образцов при испытании на скалывание можно рекомендовать проверенный в работе на ряде заводов рычажно-грузовой пресс ВИАМ, эскиз которого дан на фиг. 3.

Для испытания изготавливается от каждой отдельной пробы клея не менее восьми образцов согласно фиг. 2 строго под угольник. При этом обращается внимание, чтобы уступ совпадал с плоскостью склейки. Образцы испытывают через трое-пять суток после склеивания.

Для испытания образец помещается в прибор (фиг. 4) так, чтобы плоскость склейки приходилась как раз под ножом. Поло-



Фиг. 3. Рычажно-грузовой пресс для склейки брусков.



Фиг. 4. Прибор для испытания образцов на скалывание по склейке.

жение образца окончательно регулируется установочным винтом, и затем прибор устанавливается на испытательную машину и подвергается нагружению на нож. Скорость нагружения при этом должна соответствовать повышению напряжения на скалывание, приблизительно 120 кг/см^2 в минуту, т. е. при площади склейки образца, равной 25 см^2 , нагрузка 3000 кг , соответствующая напряжению $\frac{3000}{25} = 120 \text{ кг/см}^2$ площади склейки образца, должна быть достигнута в течение $\frac{120}{120} = 1$ мин. с начала нагружения.

Нагружение производится до разрушения образца, и нагрузку, при которой образец скалывается, отмечают, затем производят расчет по формуле

$$S_w = \frac{P_{\max}}{F},$$

где $P_{\max}$ — разрушающая нагрузка в кг;

F — площадь склейки в см^2 ;

S_w — временное сопротивление скалыванию по склейке в кг/см^2 .

При определении клеящей способности клея, изготовленного по второй рецептуре (для выклейки обшивок с электроподогревом), для приготовления пятислойных заготовок образцов применяются панели размером $250 \times 250 \times 0,5 \text{ мм}$ из березового шпона, удовлетворяющего основным требованиям соответствующего ГОСТ. Шпон должен иметь влажность $7-10\%$.

При склейке панелей клей наносится на одну сторону шпона в количестве $200-250 \text{ г}$ на 1 м^2 склеиваемой площади.

Температура шпона при склеивании и температура воздуха в помещении, где производится склеивание, должна быть $\sim 18-20^\circ \text{ С}$. Склеиваемые поверхности шпона соединяются через 5 мин. после нанесения клея.

Собранный пакет через 55 мин. запрессовывается по следующему режиму в прессе, снабженном нагревательными плитами размером не менее $250 \times 250 \text{ мм}$:

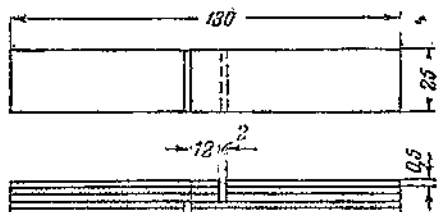
а) Температура плит прессы должна быть $60-70^\circ$ и должна обеспечивать температуру в клеевом соединении $50-60^\circ$.

б) Время запрессовки — 30 мин.

в) Удельное давление при запрессовке $3-4 \text{ кг/см}^2$.

Обычно одновременно склеивают две пятислойные заготовки.

Из каждой склеенной заготовки, изготовляются по схеме фиг. 5 шесть образцов для испытания на скалывание по склейке.



Фиг. 5. Образец для испытания на скалывание по склейке, изготовленный из пятислойной заготовки из шпона.

Образцы испытывают спустя 24 часа после склеивания при достижении ими влажности 10—12%.

Для испытания образец устанавливают в головку машины таким образом, чтобы зажимные губки захватывали его не далее 5 мм от надрезов, затем равномерно производится нагружение со скоростью около 100 кг/см² в минуту.

Временное сопротивление скалыванию по склейке подсчитывается по формуле

$$S = \frac{P_{\max}}{ab},$$

где $P_{\max}$ — разрушающее усилие в кг;

a — ширина и b — длина площади скалывания в см.

Минимальная величина временного сопротивления скалыванию по склейке не должна быть ниже 18 кг/см² при среднем значении не ниже 25 кг/см².

4. Казеиновые клеи В-105 и В-107

Приемка клеев В-105 и В-107. Порошок казеинового клея доставляется на заводы-потребители в воздухонепроницаемых банках (белой жести) весом нетто 30—40 кг или фанерных барабанах (внутри обложенных парафинированной бумагой) весом 40—70 кг, а также в мешках из прорезиненной ткани.

На каждом барабане или мешке указываются марка клея, вес, дата изготовления и номер выпуска.

Все поступающие на завод-потребитель партии клея должны иметь паспорт.

По внешнему виду казеиновые клеи В-105 и В-107 представляют собою порошок равномерного помола без гнилостного запаха и следов плесени. Порошок не должен содержать комков, не распадающихся при легком растирании между пальцами. В клее не должно быть насекомых или их личинок.

Цвет клея как в порошке, так и в водном растворе не нормируется. Обычно клей имеет вид белого порошка с сероватым оттенком.

После внешнего осмотра отбираются пробы из разных барабанов одного выпуска (замеса), а в случае разрозненности барабанов по выпускам пробы отбираются от каждого барабана отдельно. Смешивать пробы из разных выпусков не следует.

Испытание клеев В-105 и В-107. При лабораторных испытаниях клеи В-105 и В-107 должны удовлетворять следующим требованиям.

Растворимость в воде. При размешивании порошка в течение 1 часа в обычной питьевой воде температуры 10—20° С без нагревания должен получаться однородный клеевой раствор, не содержащий комков.

Жизнеспособность. Готовый клеевой раствор не ранее чем через 2,5 часа и не позднее чем через 6 час. после окончания размешивания должен иметь вязкость при испытании вискози-

метром ФЭ-36 (сопло № 2) не выше 200° ФЭ. Через 24 часа клеевой раствор не должен показывать признаков разжижения:

Для испытания готовится клеевой раствор казенного клея, содержащий 1 весовую часть порошка и 2,1 весовых частей воды. После периодического размешивания в течение 1 часа около 150 г раствора отливается в стакан емкостью около 300 см³ и оставляется стоять при температуре 20°. Через 2,5 часа определяется вязкость.

Связывающая способность. Крепость клеевых соединений ясеня или дуба на скалывание вдоль плоскости склейки должна быть при нормальном сухом испытании не ниже 100 кг/см². При испытании после вымачивания в воде комнатной температуры 15—25° в течение 24 час.—не ниже 70 кг/см².

Для определения связывающей способности оставшимся клеевым раствором склеивают две пары ясеневых или дубовых брусков при тех же условиях, что и при склейке брусков смоляными клеями, но с нанесением клея на одну из склеиваемых поверхностей и при открытой пропитке продолжительностью от 4 до 6 мин. и закрытой — от 10 до 15 мин.

Из восьми изготовленных образцов четыре испытываются в воздушно-сухом состоянии через трое суток после склейки и четыре — после 24-часового вымачивания в воде. Образцы вымачиваются в воде не ранее чем через трое суток, считая с момента склейки.

Образцы изготавливаются и испытываются аналогично описанной методике испытания связывающей способности смоляных клеев.

5. Хранение материалов, применяемых при склейке

Хранение компонентов смоляных клеев. Смолы ВИАМ-Б и Б хранятся в бутылках или бочках на складе химикатов при температуре от 0 до 20°. Рекомендуется после испытания хранить смолы на складе не более двух недель, так как они быстро повышают вязкость и загустевают (особенно смола ВИАМ-Б).

При длительном хранении необходимо проверять вязкость смолы не реже одного раза в месяц (нет ли расслоения или осадка и т. д.). В смоле Б проверяют также содержание ацетона, которого должно быть не менее 70%; при меньшем содержании ацетона смола без дополнительного добавления ацетона не может быть допущена в производство.

В случае повышения вязкости смол ВИАМ-Б выше норм технических условий смолы могут допускаться для изготовления клея с дополнительным введением ацетона, но не более 10 весовых частей, если при этом рабочая жизнеспособность клея будет в пределах установленных норм, или обязательно указывается срок рабочей жизнеспособности клея, если клей, приготовленный из густой смолы, будет иметь сокращенную жизнеспособность.

Керосиновый контакт хранится в деревянных бочках в чистом помещении при температуре не выше 15°.

Ацетон и спирт ввиду высокой воспламеняемости необходимо хранить на складах горючих материалов в герметически закрытой таре, причем на каждой бутылки или бочке должны быть надписи «огнеопасно».

Хранение клея В-105 и В-107. Порошкообразные казеиновые клеи хранятся на складе потребителя в чистом, сухом и хорошо вентилируемом помещении при температуре не выше 25°.

После пятимесячного хранения клей осматривается и перед пуском в производство переиспытывается.

Казеиновый клей или компоненты смоляных клеев выдаются со склада в производство с сопроводительными документами, подписанными контролером склада.

Глава II

ДРЕВЕСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ВИДЫ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТИ К СКЛЕЙКЕ

1. Древесные материалы, применяемые для клееных авиадеталей

Для изготовления клееных деталей применяется древесина сосны, ясени, дуба, бука, лиственницы, липы, березы и пихты, а также березовая и ольховая фанера; кроме того, в настоящее время применяют новые древесные материалы, изготавливаемые на основе древесины и фенольно-формальдегидных смол, такие, как дельта-древесина, балинит и аксид. Наиболее широкое применение имеет древесина сосны.

Клееные детали изготавливаются из планок всевозможных длин и сечений, полос лущеного шпона и листов фанеры.

Шпон применяется березовый, лущеный; ведутся также исследовательские работы по применению строганого шпона.

Фанера применяется главным образом березовая, но на менее ответственные детали не исключается возможность использования фанеры из других древесных пород в комбинации с березой или без нее.

Из новых древесных авиационных материалов наиболее широкое применение в самолетостроении находит дельта-древесина.

Дельта-древесина представляет собой материал, спрессованный из большого количества листов тонкого шпона (0,5—0,6 мм), предварительно пропитанного спиртовым или водным раствором бакелитовой смолы. В дельта-древесине слои шпона расположены главным образом в продольном направлении и только каждый 11-й слой располагается поперек, что делается для предотвращения коробления и сокращения усушки, а также для повышения сопротивления скалыванию дельта-древесины в продольном направлении.

Вследствие пропитки шпона смолой и прессования значительно повышаются механические свойства древесины, уменьшается ее гигроскопичность. Поэтому дельта-древесина по своим физико-механическим свойствам стоит выше древесины.

Таблица 4

Физико-механические свойства-облагороженной прессованной древесины

Наименование материала	% влаж- ности	Объемный вес г/см ³	Сопротивление		
			растяжению кг/см ²	сжатию кг/см ²	статическо- му изгибу кг/см ²
Балинит в плитах	4—6	1,3—1,4	2400—4100	1600—2400	2600—2830
" " листовой	4—6	1,25—1,35	1400—2650	—	—
Дельта-древесина в плитах	4—6	1,3—1,35	3400—3480	2100—2200	3180—3600
Лигнофоль в плитах	4—6	1,4	до 4000	1500—2000	до 3800
Аксид сосновый	7—12	0,6	950*	580*	850*
" березовый	7—12	0,8	1500*	700*	1100*

Примечание. Звездочкой * отмечено при 12% влажности.

Как видно из данных табл. 4, по ряду механических свойств дельта-древесина приближается к дуралюмину, но имеет объемный вес всего 1,3—1,35, поэтому она нашла широкое применение в авиастроении в качестве конструкционного материала для особо ответственных деталей.

Балинит в отличие от дельта-древесины прессуется из шпона при несколько меньшем давлении, и шпон перед пропиткой смолой подвергается химической обработке специальным составом, вследствие чего уплотняется до 30—40% и его механические свойства повышаются.

По физико-механическим свойствам балинит почти не отличается от дельта-древесины и может применяться главным образом для обшивки агрегатов самолета, а также для различных соединительных книц.

Аксид представляет собой материал, склеенный из тонких слоев шпона смоляным клеем ВИАМ-БЗ под давлением 4—6 кг/см², и применяется главным образом для изготовления некоторых бобышек.

В зависимости от физико-механических свойств эти древесные материалы применяются конструкторами для различных клееных деталей самолетов и гидросамолетов. Например полки лонжеронов крыла склеивались, как правило, из сосны, а в некоторых случаях даже из древесины твердых пород, в последнее время они с успехом изготавливаются из дельта-древесины.

Стенки лонжеронов изготавливаются из березовой фанеры, чаще всего при расположении волокон наружных слоев шпона (рубашки) под углом 45° к продольной оси лонжерона.

Нервюры неразрезные и разрезные изготавливаются из сосновых планок и фанерных книц или стенок.

Обод крыла клеится из сосновых планок.

Лонжероны фюзеляжа изготавливаются из сосны, но их можно изготавливать также из дельта-древесины и аксида.

Стрингеры лодок склеиваются из ясеновых, дубовых и лиственных планок.

Шпангоуты лодки и фюзеляжа и полки лонжеронов клеятся из сосны, ясеня, дуба, бука и дельта-древесины. На стенки шпангоутов применяется березовая фанера.

Обшивки крыла, фюзеляжа и лодок изготавливаются из березовой фанеры или шпона. В последнее время проводились также опыты по применению для обшивки крыла листового балинита. Но широкого распространения балинит в качестве обшивочного материала пока не нашел, а применяется главным образом для соединительных книц (нервюр с лонжеронами).

Обшивка фюзеляжа типа монокок и элизов крыла почти исключительно выклеивается из полос березового шпона.

Бобышки в ряде деталей самолета, как то: в лонжеронах крыла, шпангоутах и т. д., клеятся главным образом из сосны или в сочетании ее с фанерой и иногда из аксида.

Диафрагмы лонжеронов чаще всего склеиваются из липы и фанеры.

Режимы склейки и техника склеивания для того или иного древесного материала, из которого изготавливается деталь, имеют свои особенности.

2. Основные виды клеевых соединений

Клеевые детали лонжеронов крыла и фюзеляжа, а также бобышки склеиваются из отдельных планок по длине; ширине и толщине и имеют сплошные сечения (фиг. 6, а, б) и коробчатые (фиг. 6, в). Коробчатые имеют две фанерные стенки (фиг. 6, в) или несколько стенок, разнесенных по толщине лонжерона (фиг. 6, г, д), причем в последнем случае лонжерон набирается из отдельных секций. Этот вид склейки применяется главным образом при изготовлении лонжеронов из облагороженной древесины с целью увеличения площади склеивания фанерных стенок с полкой.

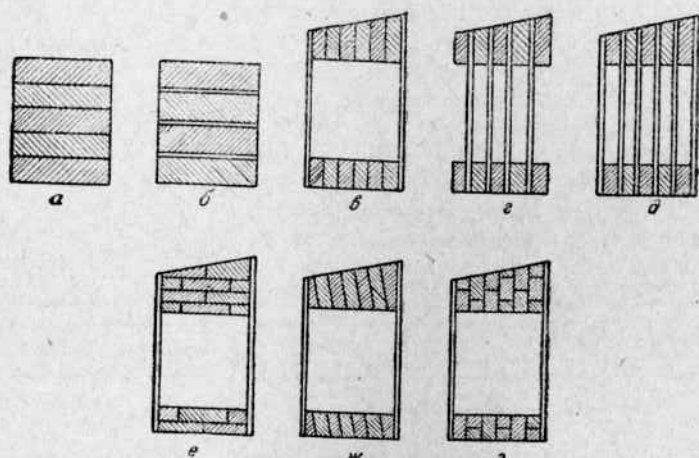
В коробчатом сечении различают полки с горизонтальной склейкой (фиг. 6, в), косой (фиг. 6, ж) и вертикальной (фиг. 6, з). Последний вид склейки наиболее распространен.

При изготовлении реек для длинных полок лонжеронов планки по длине наращиваются путем склеивания на-ус. При этом размер скоса уса и расположение стыков в клееном сечении обуславливаются определенными положениями, обеспечивающими прочность сечения клееной детали по всей длине.

При склейке планок на-ус из древесины сосны, ясеня, дуба, бука и лиственницы длина скоса уса для деталей коробчатого сечения должна быть не менее 12 толщин скошенной планки, а при склейке деталей сплошного сечения — не менее 15 толщин (фиг. 7). При таком соотношении толщины планки к длине скоса крепость качественного клеевого соединения в стыке будет равноценной крепости целого сечения планки.

При склейке планок на-ус из дельта-древесины размер скоса

уса увеличивается до 20—25 толщин склеиваемых планок, потому что при меньшем соотношении площадь склейки будет недостаточна для такого прочного материала, как дельта-древесина.



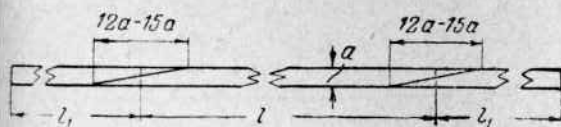
Фиг. 6. Виды склеек планок в сплошных и коробчатых сечениях.

а — сплошное сечение без фанеры; б — сплошное сечение с прослойкой фанеры; в — коробчатое сечение с двумя фанерными стенками; г, д — коробчатое сечение с несколькими фанерными стенками; е — горизонтальная склейка полок; ж, з — косая (наклонная); з — вертикальная.

Минимальное расстояние l между стыками в одной рейке из древесины, склеенной по длине из нескольких планок допускается от 1,5 до 2,5 м (фиг. 7) в зависимости от конструкции. Точный размер планок указывается конструктором в чертежах, при этом иногда учитывается, чтобы стыки располагались в менее напряженном сечении детали.

В рейках из дельта-древесины расстояние между стыками допускается не менее 1,1 м, что обуславливается длиной получаемых досок дельта-древесины.

Расстояние l_1 от крайнего стыка до конца детали устанавливается не менее 600 мм в клееных деталях сплошного сечения и не менее 300 мм в коробчатых лонжеронах (фиг. 7).



Фиг. 7. Размеры и расположение стыков по длине рейки.

вразбежку, а в полках коробчатых и ферменных лонжеронов направление стыков не ограничивается.

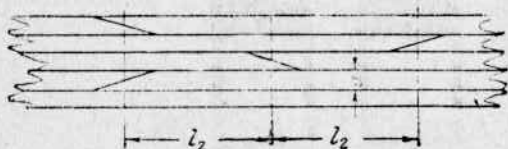
Количество стыков в сечении допускается не свыше 50% от числа склеенных планок, а в одном сечении стыки допускаются не менее как через одну планку.

В смежных рейках расстояние l_2 между стыками допускается не менее двойной длины стыка (фиг. 8); при этом в лонжеронах сплошного сечения направление стыков в смежных рейках дает-

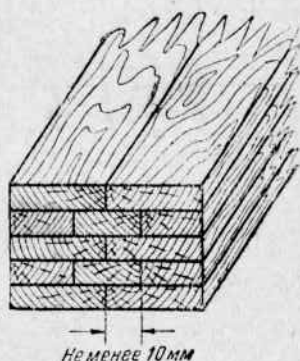
Толщина отдельных планок в клееных деталях коробчатого сечения допускается от 10 мм и выше, при этом одна из крайних планок может быть тоньше 10 мм.

Склейка по ширине производится из планок не уже 25 мм, при этом фуги по узким кромкам в смежных планках даются вразбежку не менее 10 мм (фиг. 9).

Фанера по длине или ширине склеивается: А—на-ус, Б—впритык с накладкой и В—внахлестку (фиг. 10). Наиболее рациональной стыковкой фанеры является склейка ее на-ус, которая широко применяется в самолетостроении.

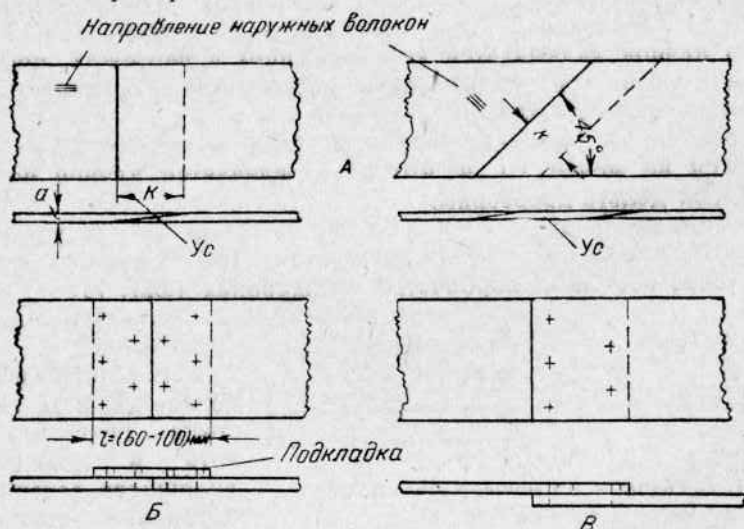


Фиг. 8. Расположение стыков в сечении при склейке из планок.



Фиг. 9. Склейка планок по ширине.

Длина уса при склеивании фанеры берется не менее 12 толщин, а при склеивании листового балинита длина скоса уса повышается до 20 толщин ввиду повышенных механических свойств балинитовой фанеры.



Фиг. 10. Способы стыковки фанеры.

А — на-ус; Б — впритык с накладкой; В — внахлестку; К — длина уса.

Фанеру впритык склеивают с фанерной накладкой той же толщины, что и стыкуемые листы фанеры. Для достижения прочного соединения длина накладки обыкновенно берется не менее 20—30 толщин фанеры.

Сочетание элементов в нервюрах, шпангоутах и других подобных деталях вынуждает склеивать пласти с торцами и полуторцами (фиг. 11). Прочность такого клеевого соединения значительно меньше, чем при склейке материала с направлением волокон вдоль плоскости склейки, поэтому каркасы нервюр и шпангоутов связываются фанерными кницами (фиг. 12) или сплошной фанерной обшивкой (фиг. 13). Подобные клеевые соединения являются основными при обшивке каркасов фюзеляжа, крыла, лодки и других агрегатов.

При изготовлении элементов обшивки агрегатов самолета производятся выклейки из нескольких слоев шпона. При этом соблюдается взаимное пересечение полос шпона смежных слоев, как правило, под углом 90° , а также несовпадение стыков смежных полос по толщине обшивки (фиг. 14).

Ширина полос зависит от формы выклеиваемых элементов обшивки и колеблется в больших пределах (30—250 мм).

3. Качество заготовок и деталей перед склейкой

Качество клеевого соединения и склеенной детали во многом зависит от качества древесного материала, из которого склеивается деталь, как то: наличия видимых дефектов, влажности древесины и обработки поверхности; поэтому к качеству заготовок и деталей, предназначенных к склейке, предъявляются серьезные требования.

Качество древесных материалов по внешнему виду. В отдельных планках склеенных деталей допускаются следующие дефекты древесины (табл. 5).

Косослой и перерезание годовых слоев допускаются независимо друг от друга.

Завитки допускаются не более чем по одному на погонный метр длины планки. В одном сечении склеенной детали не должно быть совпадения завитков более чем у 50% планок от общего количества планок в сечении.

Кремни и крень не допускаются в слоях, содержащих серницы.

В полосах шпона, идущего для выклейки обшивки, допускаются следующие дефекты:

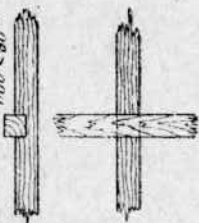
- а) Завитки не более одного в полосе.
- б) Косослой не более 5%.
- в) Негладкое лущение около завитков не более 50 мм.
- г) Следы неразвившихся побегов.
- д) Перерезание годовых слоев при расстоянии между годовыми слоями не менее 5 мм.

Примечания. 1. У кавказской пихты завитки, серницы, местное перерезание годовых слоев свыше 3%, местная смолистость и простость не допускаются в местах, предназначенных для срезки на-ус.

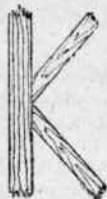
2. Серницы допускаются односторонние, видимые только на пласти, т. е. не выходящие на торцы и кромки и не сопровождающиеся перерезанием годовых слоев, имеющих искривления вдоль серниц.

3. В планках, идущих на изготовление бобышек, а также в неклеенных бобышках серницы не допускаются.

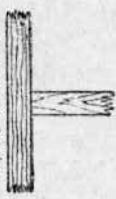
Врезное соединение
под $\angle 90^\circ$



Полуторцев с пластиной

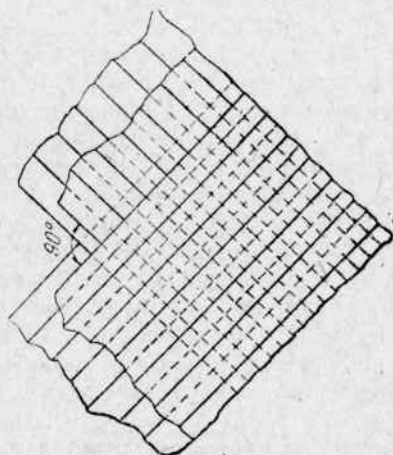
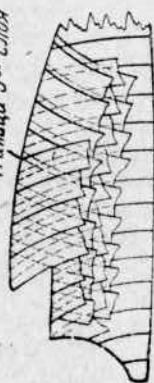


Торцев с пластиной



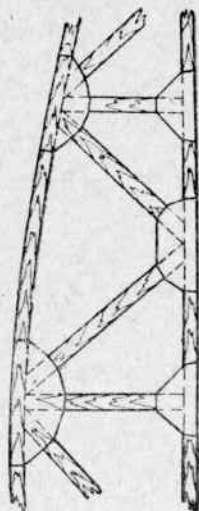
Фиг. 11. Клеевые соединения при различном направлении волокон древесины к плоскости склейки.

Граница 5-го слоя



Фиг. 14. Расположение полос шпона при выклейке обшивки.

Фиг. 12. Соединение книц на клею в подкреплении торцевой и полуторцевой склейки стоек и подкосов с полками нервюры.



Фиг. 13. Клеевое соединение каркаса нервюры с обшивкой.

Нормы допустимых дефектов древесины в планках, предназначенных для склейки

Наименование дефектов	Единица измерения	Планки для клееных деталей			
		сплошного сечения	коробчатое сечение и ферменные лонжероны		внутренние планки
			вертикальная и наклонная склейка (см. фиг. б, а, б, в, д) (сжатой полки)	горизонтальная и комбинированная склейка (см. фиг. б, а, б, в, д) (сжатой полки)	
1. Косослой	%	5	5	3	10
2. Завитки:	Перерезание слоев в %	10	10	10	20
а) сквозные односторонние	То же	15	Не допускаются	15	10
б) двусторонние	%	3	3	2	5
в) односторонние, проходящие не более чем на половину толщины	%	4	5	3	6
3. Перерезание слоев:	% по сечению	5	5	5	10
а) сплошное	Длина, мм	30	30	15	30
б) местное	Глубина, мм	2	2	2	3
4. Креминна или крень	Длина, мм	Не измеряется	Не измеряется	Не измеряется	Не измеряется
5. Серийки:	Длина, мм	20	20	Нег	30
а) односторонние	Ширина, мм	2	2	3	3
б) выходящие на кромок после обработки деталей	Высота волны в мм	3	3	—	—
6. Волнистость	—	—	Допускается	—	—
7. Смолистость местная	—	—	Допускается	—	—
8. Искривление слоев местное	—	—	Допускается	—	—

Качество фанеры дельта-древесины и балинита по внешнему виду определяется по соответствующим стандартам на авиационную фанеру, дельта-древесину и балинит.

Влажность древесных материалов. При склейке содержание влаги в заготовках оказывает большое влияние на качество клееных изделий, поэтому материалы, поступающие в производство, подвергаются тщательному контролю на влажность. Прежде всего обращается внимание на то, чтобы влажность материала была равномерной и находилась в установленных пределах.

Для склейки допускается древесина только после камерной сушки с определенной влажностью и без внутренних напряжений.

Древесина, не прошедшая камерной сушки по специальным авиационным режимам сушки или высушенная каким-либо другим способом, помимо повышенного содержания влаги, может иметь внутренние напряжения вследствие неравномерной влажности по сечению заготовок. При наличии таких напряжений возможно коробление заготовок и деталей перед склейкой и неплотное прилегание склеиваемых поверхностей. Кроме того, возникают дополнительные напряжения в клеевом соединении, которые служат одной из причин появления трещин в клееных изделиях.

При склейке заготовок с различной влажностью, например 7 и 15%, напряжения в клеевом соединении создаются вследствие последующей усушки более влажных элементов клееных деталей.

Приклейка к каркасам агрегатов самолета обшивки с повышенным против установленных норм содержанием влаги в дальнейшем при высыхании ее вызывает втягивание фанеры внутрь каркаса, что сильно портит поверхность самолета и ухудшает его аэродинамические свойства.

Склейка деталей из древесины, имеющей повышенную влажность, влечет за собой также удлинение последующих выдержек клеенных изделий перед обработкой и не исключает поводки их и образования трещин как в процессе их дальнейшей обработки, так и при эксплуатации самолета. Особенно часто такие явления можно наблюдать в деталях, склеенных казеиновым клеем, в котором содержится большое количество воды.

Как показали многочисленные исследования, проведенные в различных институтах и заводских лабораториях, а также практика работы заводов, оптимальной влажностью древесины перед склейкой нужно считать 7—10% (с учетом состояния воздуха в производственных помещениях и атмосферного влияния на склеенные детали в условиях эксплуатации самолета). При производстве воздушных винтов влажность заготовок из твердых пород (планок и дроков) лучше доводить до 6—9%. Влажность фанеры бакелитовой склейки 5—9% и фанеры альбуминовой 7—12%.

Влажность шпона для обшивки, выклеиваемой на смоляном клее, должна быть 7—11%. Для обшивки, выклеиваемой на казеиновом клее, шпон, по условиям технологии, увлажняется до 20—30%.

Влажность дельта-древесины должна быть в пределах 4—6%.

4. Подготовка поверхности для склейки

При раскросе брусков древесины на заготовки для склейки обращается внимание на то, чтобы направление годичных слоев по отношению к плоскости склейки было под углом от 15 до 75°.

Планки с наклоном годичных слоев от 75 до 90° можно допускать для склейки лишь в исключительных случаях. Следует иметь в виду, что тангентальная поверхность планок хуже обрабатывается и в большей степени подвергнута растрескиванию и формоизменяемости от действия влаги, чем радиальная, поэтому планки тангентальной распиловки вообще не допускаются для склейки.

Необходимым условием получения качественного клеевого соединения древесины является плотная подгонка друг к другу гладко выстроганных склеиваемых поверхностей.

В настоящее время пока еще нет прибора, удобного в работе, для проверки степени гладкости поверхности, поэтому в практике подгонку плоских поверхностей обыкновенно проверяют путем оценки на глаз плотности прилегания их друг к другу, добиваясь отсутствия просвета между склеиваемыми поверхностями.

Следует считать, что качество поверхности после строжки на нормально отрегулированном рейсмусовочном станке является вполне пригодным для склейки. Поэтому основой для получения хорошей поверхности для склейки служит состояние станка, на котором производится окончательная строжка заготовок для склейки.

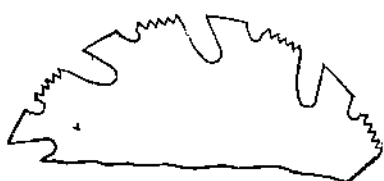
Криволинейные поверхности, обрабатываемые на станках, проверяют по соответствующим лекалам или шаблонам, а при подгонке их вручную иногда применяется способ подгонки склеиваемых поверхностей притиркой с древесным углем или графитом. Натирать поверхности мелом, как это иногда практикуется при склейке их казеиновым клеем, при склейке смоляными клеями нельзя, потому что мел вступает в реакцию с клеем и затвердевания клеевого слоя долго не наступает.

Поверхности древесины для склейки строгаются, а поверхности из облагороженной древесины дополнительно еще шлифуются наждачной бумагой или обдуваются песком. Фанера, склеенная в алюминиевых прокладках и имеющая поэтому тлянцевою поверхность с одной стороны, перед приклейкой к каркасам или склейкой листов между собой зачищается слегка циклей или шлифуется наждачной бумагой (только по месту склейки).

Древесину при распиловке хорошо заточенной шелковой пилой можно не строгать, что обычно практикуется при снятии сколов на-ус.

Круглые шелковые пилы имеют группу мелких зубьев с боковой заточкой и выбирающие зубья с крупными пазухами для удаления опилок (фиг. 15). Толщина шелковой пилы в центральной части делается меньше, чем в периферической. Такие пилы обеспечивают получение достаточно гладкой поверхности пропила.

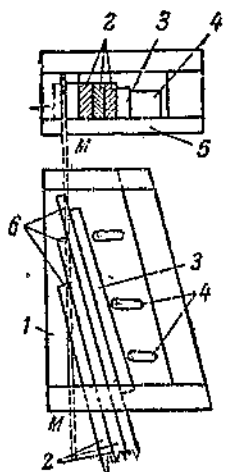
У планок и фанерных листов скосы на-ус снимаются шелковой пилой на круглопильных станках или фрезерном станке с горизонтальной установкой пилы в специальных приспособлениях (фиг. 16 и 17), а также на фрезерном станке с помощью конической или вертикальной фрезы и в рейсмусовочном станке (у широких планок и щитков).



Фиг. 15. Зубья шелковой пилы.

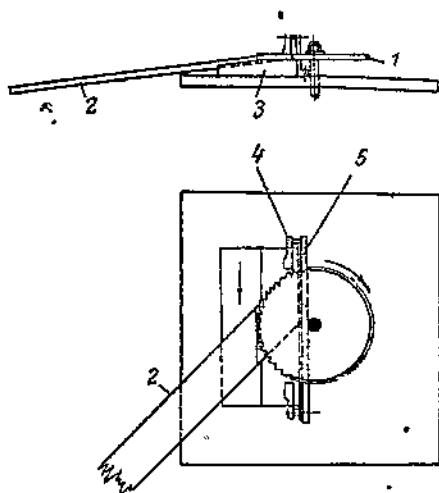
Скосы на-ус машинным способом изготавливаются во много раз быстрее, чем вручную, и точность наклона скоса значительно выше.

Древесина и облагороженная древесина строгается в продольном направлении на фуговальных и рейсмусовочных станках. При строжке древесины на рейсмусе с ножевым валом, делающим 5—6 тыс. об/мин., и при скорости подачи 8—10 м/мин можно получить хорошую, гладкую поверхность, вполне пригодную



Фиг. 16. Шаблон для срезки скосов планок на-ус.

1 — стенка; 2 — планки; 3 — упорная прокладка; 4 — эксцентрики; 5 — основание; 6 — зубообразные впадины; ММ — линия пропила.



Фиг. 17. Срезка кромок фанерных заготовок на-ус шелковой пилой на фрезерном станке.

1 — пила; 2 — фанерная заготовка; 3 — шаблон; 4 — пружина, прижимающая фанеру к шаблону; 5 — упорный угольник.

для склейки без видимых и ощутимых (наощупь) волн. При этом ножи должны быть остро заточены и правильно установлены на валу.

Фуговкой вручную ровной поверхности, годной под склейку, можно достичь только на узких планках до 40—60 мм. Все широкие заготовки (щитки) и детали должны поступать в склейку только после строжки в рейсмусовочном станке.

Фасонная строжка криволинейная и прямолинейная производится на фрезерных станках и вручную.

К дефектам механической обработки древесных материалов, на которые необходимо обращать внимание при осмотре обработанных заготовок и деталей, относятся: негладкость строганой поверхности (волнистость, шероховатость и пр.), различные заколы, задиры, трещины, риски от вызубренных ножей, следы рифления от подающих валов на рейсмусовочном станке, а также масляные и керосиновые пятна.

Применявшееся ранее цинубление (царапание) поверхности древесины, как установлено рядом исследований и практикой работы, не повышает, а в некоторых случаях даже снижает крепость клеевого соединения, поэтому от цинубления поверхности древесины отказались.

Цинубление поверхности дельта-древесины также не получило распространения, так как оно не оказывает в достаточной мере положительного влияния на крепость клеевого соединения.

Однако при склейке гладко прифугованных поверхностей облагороженной древесины типа дельта-древесины клеевое соединение получается недостаточно прочным вследствие изменения полярности материала при нагревании под давлением и в результате этого уменьшения силы молекулярного сцепления облагороженного материала с применяемыми клеями.

Поэтому для повышения крепости клеевого соединения дельта-древесины увеличивают площади склейки шлифованием поверхности дельта-древесины наждачной бумагой или обработкой ее песком из пескоструйного аппарата; этим достигается повышение механического сцепления благодаря зацеплению клея за шероховатости на поверхности.

По данным де-Бройна, при обдувке песком полированного металла поверхность его увеличивается до 20 раз.

Исследования, проведенные в ВИАМ и в иностранных институтах, подтверждают, что крепость клеевого соединения шероховатых поверхностей облагороженной древесины, склеенных смоляными клеями, достаточно высока.

Пескоструйные аппараты для обдувки песком, широко применяемые для обработки металлических авиадеталей после сварки и термообработки, с успехом применяются и для обдувки дельта-древесины.

При обдувке давление воздуха в соплах дается $\sim 4-6$ атм. Песок для обдувки применяется кварцевый, предварительно высушенный и просеянный. Во время обработки песком детали необходимо подавать равномерно и на одинаковом расстоянии от сопла, в противном случае получаются местные выбоины, и крепость клеевого соединения таких поверхностей будет, безусловно, низкой.

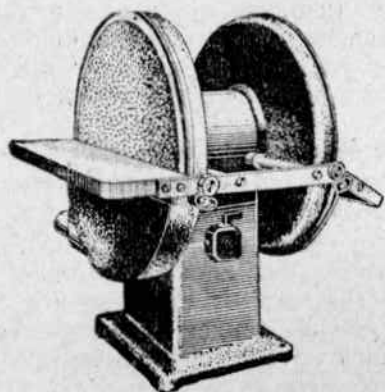
Поверхности шлифуются на дисковых шлифовальных станках (фиг. 18) или ленточных с горизонтальной плоскостью шлифования для обработки поверхностей разнообразной формы (фиг. 19).

Шлифовать можно также вручную под углом в $30-60^\circ$ к направлению волокон дельта-древесины; следует обращать внимание

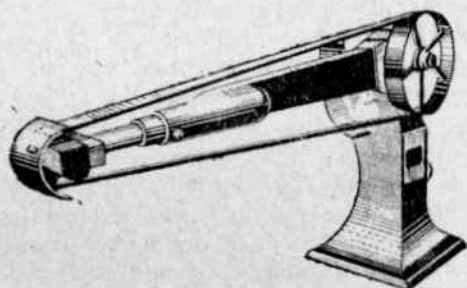
на то, чтобы на склеиваемой поверхности не было завалов. При шлифовке применяется наждачная или стеклянная бумага № 0—2.

После обработки песком или шлифовки пыль с поверхности удаляется воздухом или щетками, а при наличии пятен от масла или грязи поверхность дельта-древесины протирается еще ацетоном или бензином.

С поверхности планок из обыкновенной древесины пыль уда-



Фиг. 18. Шлифовальный двухдисковый станок.



Фиг. 19. Шлифовальный одиоленточный станок с горизонтальной плоскостью шлифования.

ляется широкими волосяными щетками или сдувается воздухом. На поверхности не должно оставаться следов от потных рук, масляных или лакокрасочных пятен, так как смоляные клеи ВИАМ-БЗ и КБ-З, а также и казеиновый с масляной или лакированной поверхностью почти не сцепляются.

Во избежание коробления заготовок и деталей при длительном хранении рекомендуется окончательно обрабатывать поверхности по возможности перед склейкой, но это обычно бывает трудно осуществить в производственных условиях, и обработанные заготовки все же приходится хранить до склейки довольно длительное время. Поэтому хранить их необходимо при соответствующей температуре и влажности воздуха, и помещения для хранения (промежуточные склады) должны быть по возможности изолированы от древесной пыли.

Глава III

ПРИГОТОВЛЕНИЕ КЛЕЕВ

Приготовлению клеев и клеевых растворов на авиационном заводе уделяется серьезное внимание.

Все операции отвешивания компонентов клеев, их смешивание или растворение порошка в воде, контроль качества приготовленных клеев и раздача их на рабочие места, а также очистка и мытье посуды и кистей от клея выполняются цеховыми клеезаго-

товительными мастерскими или централизованной клеезаготовительной мастерской, если расход клеев по отдельным цехам невелик.

Для выполнения всех вышеописанных работ выделяется отдельное помещение и необходимое оборудование.

1. Помещение

Для клеезаготовительной мастерской отводится изолированное от цеха, достаточно теплое, светлое и сухое помещение, в котором, как правило, не должно производиться никаких посторонних работ, не относящихся к приготовлению клеев.

Помещение мастерской рекомендуется разделить на четыре самостоятельные комнаты:

- а) дозировочную и клеемешалочную, в которой отвешивают и смешивают компоненты клея;
- б) раздаточную для выдачи готового клея в цехи;
- в) моечную для мытья посуды и кистей;
- г) промежуточный склад для хранения одного-двух-суточного запаса компонентов смоляного клея или порошка казеинового клея, а также для хранения запасного оборудования и приборов.

Для нормальных условий работы клеезаготовительная мастерская должна иметь:

а) водопровод с подачей холодной воды для разведения порошка клея и горячей — для мытья посуды; посуда моется в специальной ванне, имеющей сток в канализацию;

б) отопление для поддержания температуры воздуха в пределах 12—25°;

в) освещение;

г) приточно-вытяжную вентиляцию с местными отсосами от клеемешалок для удаления паров фенола и ацетона, образующихся при приготовлении смоляных клеев, или клеевой пыли, образующейся при разведении водой порошка казеинового клея.

Местными отсосами оборудуются также места для: а) развески компонентов смоляного клея, б) розлива готового смоляного клея в клеянки, в) хранения грязной посуды и г) мытья посуды и кистей.

При работе с казеиновыми клеями на этих рабочих местах местная вентиляция не требуется.

2. Оборудование

Для приготовления клеев требуется сравнительно несложное оборудование, которое должно быть на всех авиационных заводах, применяющих клеи.

К этому оборудованию в первую очередь относятся:

а) клеемешалки с приводом от электромотора; количество клеемешалок устанавливается в соответствии с потреблением

клеев, при расчете принимается производительность клеемешалки за один замес в пределах 20—40 кг; для приготовления смоляных клеев и казеинового лучше иметь отдельные клеемешалки; может встретиться также необходимость одновременного приготовления клеевых растворов различной консистенции;

б) весы тарелочные с полным набором разновесов от 10 г до 20 кг для отвешивания компонентов клея;

в) мерная посуда различной емкости для компонентов клея и для розлива клеевого раствора при выдаче в цех;

г) бачки с крышками для хранения готового клея;

д) щетки и ерши для мытья посуды;

е) решето для процеживания раствора казеинового клея;

ж) стеллажи для посуды.

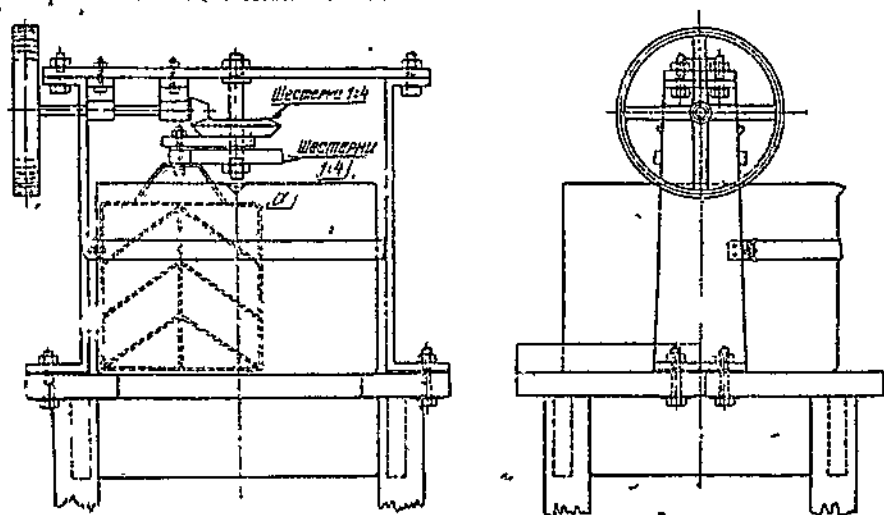
Из контрольно-измерительных приборов необходимы:

а) вискозиметр ФЭ-36 — модель № 2 (сопло диаметром 5 мм) для определения вязкости готового клея;

б) секундомер;

в) термометры для определения температуры клея и воды;

г) стенные часы для контроля за временем приготовления клея и временем его использования.



Фиг. 20. Клеемешалка с облегчающими месильными лопатками.

Примечание. Скорость вращения месильных лопаток a должна быть 60—90 об/мин.

Посуда для смоляных клеев может применяться из стекла, фарфора, фаянса или глиняная глазированная, эмалированного или луженого железа, дуралюмина или сплава АМЦ, кроме того, можно применять фанеру.

Посуду для казеиновых клеев можно изготовлять также из вышеперечисленных материалов, за исключением алюминиевых сплавов, взамен которых можно применять оцинкованное железо.

Типы клеемешалок. Качество готового клея, особенно получе-

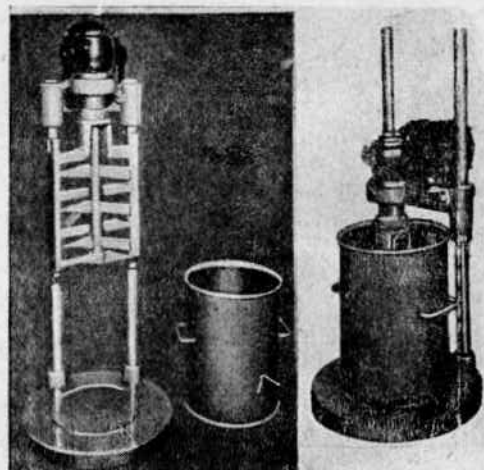
ние однородного раствора казеинового клея без комков, во многом зависит от конструкции клеемешалки, поэтому к выбору клеемешалки необходимо подойти осторожно.

Клеемешалки с односторонним вращением месильных лопаток малопригодны, так как при быстром вращении их получается пенистая смесь, а при медленном вращении при добавлении порошка клея образуется много комков, так как такая мешалка не взбалтывает смесь равномерно.

В настоящее время зарекомендовала себя с хорошей стороны вертикальная клеемешалка (фиг. 20) с планетарным вращением месильной лопатки (обегающей по окружности бака и одновременно вращающейся вокруг своей оси). В такой клеемешалке можно получить клеевой раствор вполне удовлетворительного качества без пены и комков, при числе оборотов месильных лопаток 60—90 об/мин.

Можно рекомендовать также для приготовления раствора казеинового клея вертикальную клеемешалку с встречным вращением месильных лопаток. В ней комки лучше и быстрее разбиваются, и обеспечивается получение однородного раствора совершенно без комков и пены. На фиг. 21 дан удачный образец клеемешалки с встречным вращением месильных лопаток. Крепление к штангам передвижного электромотора и соединение двух валов месильных лопаток непосредственно с валом электромотора с помощью червячной передачи придает клеемешалке большую компактность. Легкость и простота установки и съема бака с клеевым раствором делают клеемешалку весьма удобной в работе и при очистке. Производительность клеемешалки может быть до 20—40 кг клеевого раствора в один замес.

К клеемешалкам для приготовления смоляных клеев предъявляются дополнительные требования в отношении поддержания в процессе приготовления клея температуры клеевой смеси в пределах 12—20°. Для этого стенки и дно бака для приготовления клея делают двойными с циркулирующей между ними холодной водой. Вода подводится от водопровода по резиновому шлангу к нижней части бака и через штуцер в верхней части отводится в канализацию. Такая система обеспечивает отвод согревшейся воды и позволяет непрерывно в нужной степени охлаждать водой стенки бака.



Фиг. 21. Клеемешалка со встречным вращением месильных лопаток.

3. Получение клеящих материалов

Во избежание поступления в клеезаготовительную мастерскую некачественных клеящих материалов, материальный склад должен выдавать клеящие материалы по требованию начальника клеезаготовительной мастерской в таре с биркой, на которой указывается номер партии клея или компонента, номер акта об испытании его в лаборатории и штамп БЦК склада о пригодности компонентов для приготовления клея. Кроме того, вместе с клеящими материалами выдается копия паспортов на них и выписка результатов испытаний из журналов заводской лаборатории.

Работникам склада категорически запрещается выдавать, а работникам клеезаготовительной мастерской получать материалы без паспортов на них или в немаркированной таре. Эти положения должны быть отражены в заводских инструкциях о порядке выдачи и получения клеящих материалов производственными цехами.

Как показывает практика работы клеезаготовительных мастерских, только такая жесткая система получения клеящих материалов может гарантировать выдачу в производство качественных клеев.

Полученные с материального склада компоненты хранятся в промежуточном складе клеезаготовительной мастерской и по мере надобности выдаются в дозировочную.



Фиг. 22. Шкаф с отсосом воздуха, загрязненного парами фенола.

4. Приготовление смоляных клеев КБ-3 и ВИАМ-БЗ

Для удобства подсчета компонентов, необходимых для каждого замеса, составляются рабочие таблицы весовых соотношений, которые вывешиваются в дозировочной у рабочего места, для облегчения работы клеезаготовителей.

Для заказанного количества клея клеезаготовитель определяет необходимое количество смолы и керосинового контакта (в зависимости от кислотного числа контакта) по расчетным таблицам и отвешивает компоненты в отдельной посуде.

Для приготовления клеев КБ-3 и ВИАМ-БЗ по второй рецептуре, предназначенных

для выклейки обшивок с подогревом, смола и компоненты рассчитываются по табл. 6 и 7; для остальных операций склейки — по первой рецептуре по табл. 8 и 9.

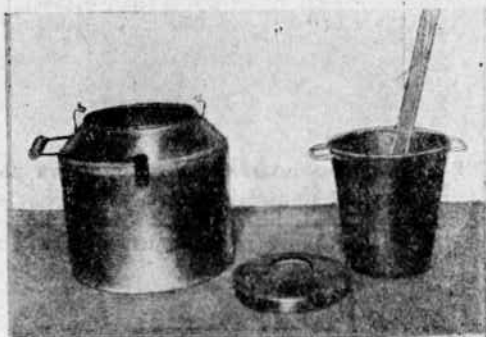
Компоненты клеев отвешиваются и смешиваются под тягой. На фиг. 22 показан вытяжной шкаф, ограждающий клеешалку. Выделяющиеся в процессе приготовления клея пары фенола и других летучих удаляются через бортовые отсосы, идущие в виде вертикальных щелей по всей высоте клеешалки. Скорость воздуха в сечении задней стенки достаточно поддерживать $\sim 0,2$ м/сек.

При приготовлении клея КБ-3 в бак вливается сначала отвешенное количество смолы и проверяется ее температура; при температуре смолы выше 20° охлаждаются стенки бака водой из водопроводной сети и температура смеси доводится до $12-18^\circ$.

После этого при непрерывном перемешивании постепенно добавляется керосиновый контакт, затем бак закрывается и пере-



Фиг. 23. Бачок для приготовления клея вручную с охлаждением стенок бака водой.



Фиг. 24. Бачок в разобранном виде.

мешивание производится до получения однородной клеевой смеси. Обычно размешивание достаточно вести в течение 10—15 мин.

При приготовлении клея ВИАМ-БЗ в смолу вливают сначала ацетон или спирт (сырец), а затем керосиновый контакт. В дальнейшем смешивание производится аналогично клею КБ-3.

При размешивании следует учитывать, что клеевая смесь может разогреваться (особенно в случае приготовления клея ВИАМ-БЗ), и во избежание затвердевания ее (быстрой полимеризации) температура клеевой смеси должна все время поддерживаться в пределах $15-20^\circ$ путем регулирования подачи холодной воды в рубашку. Охлаждать клеевую смесь и готовый клей ниже $10-12^\circ$ не следует, так как это может замедлить процесс

Таблица 6

Весовые соотношения компонентов клея КБ-3, приготовляемого по второй рецептуре для выклейки обшивок с электроподогревом

Смола Б, кг	Клей с керосиновым контактом № 1 (кислотное число 65—75)		Клей с керосиновым контактом № 2 (кислотное число 76—85)		Клей с керосиновым контактом № 3 (кислотное число 86—95)	
	контакт № 1, кг	общее ко- личество клея, кг	контакт № 2, кг	общее ко- личество клея, кг	контакт № 3, кг	общее ко- личество клея, кг
0,5	0,115	0,615	0,100	0,600	0,09	0,59
1,0	0,230	1,230	0,200	1,200	0,18	1,18
1,5	0,345	1,845	0,300	1,800	0,27	1,77
2,0	0,460	2,460	0,400	2,400	0,36	2,36
3,0	0,690	3,690	0,600	3,600	0,54	3,54
4,0	0,920	4,920	0,800	4,800	0,72	4,72
5,0	1,150	6,150	1,000	6,000	0,90	5,90
7,0	1,610	8,610	1,400	8,400	1,26	8,26
10,0	2,300	12,300	2,000	12,000	1,80	11,80
12,0	2,760	14,760	2,400	14,400	2,16	14,16
15,0	3,450	18,450	3,000	18,000	2,70	17,70
20,0	4,600	24,600	4,000	24,000	3,60	23,60

Таблица 7

Весовые соотношения компонентов клея ВИАМ-БЗ, приготовляемого по второй рецептуре для выклейки обшивок с электроподогревом

Смола ВИАМ-Б кг	Ацетон, кг	Клей с керосиновым контактом № 1 (кислотное число 65—76)		Клей с керосиновым контактом № 2 (кислотное число 76—85)		Клей с керосиновым контактом № 3 (кислотное число 86—95)	
		контакт № 1, кг	общее ко- личество клея, кг	контакт № 2, кг	общее ко- личество клея, кг	контакт № 3, кг	общее ко- личество клея, кг
0,5	0,06	0,07	0,62	0,063	0,612	0,055	0,605
1,0	0,10	0,14	1,24	0,125	1,225	0,11	1,21
1,5	0,15	0,21	1,86	0,187	1,835	0,165	1,815
2,0	0,20	0,28	2,48	0,250	2,45	0,22	2,42
3,0	0,30	0,42	3,72	0,375	3,675	0,33	3,63
4,0	0,40	0,56	4,96	0,500	4,90	0,44	4,84
5,0	0,50	0,70	6,20	0,625	6,115	0,55	6,05
7,0	0,70	0,98	8,68	0,875	8,565	0,77	8,47
10,0	1,00	1,40	12,40	1,250	12,250	1,10	12,10
12,0	1,20	1,68	14,88	1,50	14,70	1,32	14,52
15,0	1,50	2,10	18,60	1,875	18,365	1,65	18,15
20,0	2,00	2,80	24,80	2,50	24,50	2,20	24,20

Таблица 8

Весовые соотношения компонентов клея КБ-3, приготовляемого по первой рецептуре

Смола Б, кг	Клей с керосиновым контактом № 1 (кислотное число 65—75)		Клей с керосиновым контактом № 2 (кислотное число 76—85)		Клей с керосиновым контактом № 3 (кислотное число 86—95)	
	контакт № 1, кг	общее ко- личество клея, кг	контакт № 2, кг	общее ко- личество клея, кг	контакт № 3 кг	общее ко- личество клея, кг
0,5	0,13	0,63	0,115	0,615	0,10	0,60
1,0	0,26	1,26	0,230	1,230	0,20	1,20
1,5	0,39	1,89	0,345	1,845	0,30	1,80
2,0	0,52	2,52	0,460	2,460	0,40	2,40
3,0	0,78	3,78	0,690	3,690	0,60	3,60
4,0	1,04	5,04	0,920	4,920	0,80	4,80
5,0	1,30	6,30	1,150	6,150	1,00	6,00
7,0	1,82	8,82	1,610	8,610	1,40	8,40
10,0	2,60	12,60	2,300	12,300	2,00	12,00
12,0	3,12	15,12	2,760	14,760	2,40	14,40
15,0	3,90	18,90	3,450	18,450	3,00	18,00
20,0	5,20	25,20	4,600	24,600	4,00	24,00

Таблица 9

Весовые соотношения компонентов клея ВИАМ-БЗ, приготовляемого по первой рецептуре

Смола ВИАМ-Б, кг	Ацетон, кг	Клей с керосиновым контактом № 1 (кислотное число 65—75)		Клей с керосиновым контактом № 2 (кислотное число 76—85)		Клей с керосиновым контактом № 3 (кислотное число 86—95)	
		контакт № 1, кг	общее ко- личество клея, кг	контакт № 2, кг	общее ко- личество клея, кг	контакт № 3, кг	общее ко- личество клея, кг
0,5	0,050	0,100	0,650	0,090	0,640	0,080	0,630
1,0	0,100	0,200	1,300	0,180	1,280	0,160	1,260
1,5	0,150	0,300	1,950	0,270	1,920	0,240	1,890
2,0	0,200	0,400	2,600	0,360	2,560	0,320	2,520
3,0	0,300	0,600	3,900	0,540	3,840	0,480	3,780
4,0	0,400	0,800	5,200	0,720	5,120	0,640	5,040
5,0	0,500	1,000	6,500	0,900	6,400	0,800	6,300
7,0	0,700	1,400	9,100	1,260	8,960	1,120	8,820
10,0	1,000	2,000	13,000	1,800	12,800	1,600	12,600
12,0	1,200	2,400	15,600	2,160	15,360	1,920	15,120
15,0	1,500	3,000	19,500	2,700	19,200	2,400	18,900
20,0	2,000	4,000	26,000	3,600	25,600	3,200	25,200

ЖУРНАЛ КЛЕЕЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ МАСТЕРСКОЙ ЦЕХА № . . . по записи дозирования, приготовления и контроля смоляных клеев ВИАМ-БЗ и КБ-З

Дата	Смена	№ замеса и клеешапки	Марка клея	Данные смолы						Данные контакта					Данные ацетона			Переноса клея
				№ партии	№ партии	№ паспор-та	вязкость ФЭ	темпера-тура С	№ партии	№ паспор-та	работный номер	кислотное число	темпера-тура С	№ партии	№ паспор-та	темпера-тура С		
20/XI	1	14—3	ВИАМ-БЗ	ВИАМ-Б	108	36/3	30	14	6	12	3	91	13	48	16	13	1	
20/XI	1	15—2	КБ-3	Б	14	19/3	22	15	6	12	3	91	13	—	—	—	1	

Продолжение

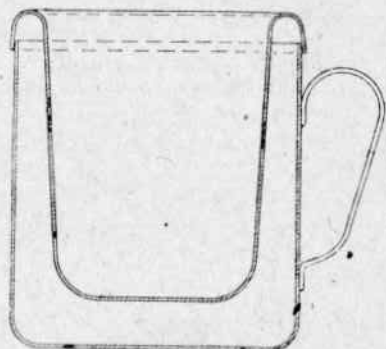
Вес компонентов и клея, кг				Время при- готовления		Качество клея после приготовления			Выдача клея на участок				Подпись		
смола	ацетон	контакт	клей	начало смешения	срав	вязкость при 20° ФЭ	темпера- тура С	срок ис- пользова- ния	для каких операций склейки	время выдачи	темпера- тура, °С	вязкость при 20° ФЭ	мастер клеезаго- товитель- ной ма- стерской	лаборант	контро- лер
20,0	2,00	3,60	25,6	1130	1200	24	18	До 1430	Склейка щитков	1200	16	30			
20,0	--	4,00	24,0	1230	1300	18	17	До 1600	Склейка щитков	1300	16	28			

затвердевания клея во время склейки деталей. При приготовлении небольших количеств (1—5 кг) смоляной клей рекомендуется размешивать вручную в бачках с охлаждением стенок водой; в этих же бачках клей можно разносить на рабочие места. На фиг. 23 и 24 показан бачок в разобранном и собранном виде.

После окончания размешивания проверяется вязкость клея вискозиметром ФЭ-36; при определении вязкости температура клея должна быть 20°C . Если вязкость клея недостаточна для тех операций склейки, для которых предназначается клей, то его сливают в бачки для доведения до нужной вязкости. Бачки в случае необходимости охлаждаются водой до $15\text{--}20^{\circ}$ во избежание разогревания и затвердевания клея.



Фиг. 25. Разлив смоляного клея в клеянки под тягой.



Фиг. 26. Штампованная клеянка (в разрезе) для смоляного клея с охлаждением стенок холодной водой.

Клеи КБ-3 и ВИАМ-БЗ применяют для всех операций склейки, причем вязкость выдаваемого в цех клея различна и в зависимости от назначения должна быть:

- а) для выклейки обшивок от 25 до 35°ФЭ ;
- б) для склейки на-ус, вторец, полуторец и для сборочных работ от 40 до 60°ФЭ ;
- в) для остальных операций склейки (преимущественно при склейке с параллельным расположением волокон древесины к плоскости склейки) — от 25 до 35°ФЭ .

Клей готовится в таком количестве, чтобы время использования его не превышало сроков рабочей жизнеспособности клея.

После проверки вязкости клей разливают из бачков в клеянки в шкафу под тягой, как показано на фиг. 25. Скорость движения воздуха в сечении каналов в стенке шкафа должна быть $\sim 2\text{ м/сек}$.



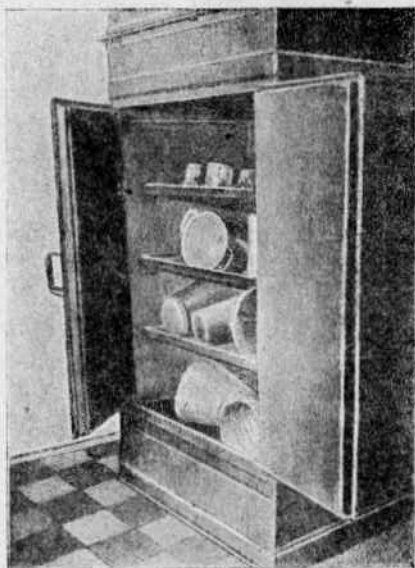
Фиг. 27. Двойная клеанка
для смоляного клея.



Фиг. 28. Ванна для мытья посуды
с бортовым отсосом для удаления
загрязненного воздуха.



Фиг. 29. Вытяжной шкаф
для хранения посуды из-
под смоляного клея.



Фиг. 30. Шкаф для подогревания
грязной посуды.

Клеезаготовительная мастерская ведет рабочий журнал по прилагаемой форме № 1. Ведение указанного журнала необходимо для того, чтобы в любое время можно было знать качество выданного на участки клея и из каких партий компонентов он готовится.

В цех клей выдается в клеянках емкостью от 200 до 1000 см³, причем в теплое время года, при температуре воздуха в цехе более 20°, клей необходимо выдавать в специальных клеянках с охлаждением (фиг. 26). В такой клеянке между наружной и внутренней стенками имеется свободное пространство, которое заполняют холодной водопроводной водой одновременно с наполнением клеянки клеем. Такие клеянки легко штампуются из сплава АМЦ. Для того чтобы внутренняя клеянка не всплывала по мере расходования клея, ее необходимо плотно надеть на борта наружной кружки. На фиг. 27 показана клеянка с охлаждением, широко применяемая в производстве.

Клеемешалки и баки после приготовления клея, клеянки и кисти после пользования ими моются сначала денатурированным спиртом или ацетоном, а затем водой. Кисти и клеянки моются обязательно до затвердевания клея, в противном случае они очень трудно очищаются от клея, особенно кисти.

Мытье производится в специальной ванне (фиг. 28), снабженной бортовым отсосом для удаления вредных газов (фенола, растворителей и формалина) и верхним улавливателем для газов, стремящихся выйти из рабочей зоны мойки. Скорость воздуха в сечении отсоса должна быть ~ 0,2 м/сек.

Поступающие из цеха грязные клеянки перед мытьем ставятся в шкаф с вытяжкой (фиг. 29).

После мытья кисти и посуда обязательно высушиваются.

Из стеклянной и металлической посуды конической формы остатки клея можно легко удалять после нагревания в шкафу до 80—90° (фиг. 30). Такую посуду легко изготовить штампованием.

5. Техника безопасности при приготовлении смоляных клеев ВИАМ-БЗ и КБ-3

Все работы в клеезаготовительной мастерской необходимо производить только при включенной вентиляции при скорости движения воздуха в сечении вытяжных шкафов 0,2—0,4 м/сек.

Следует тщательно соблюдать индивидуальные меры защиты, особенно при работе с клеем ВИАМ-БЗ, ввиду большого содержания в нем свободного фенола.

К индивидуальным средствам защиты от действия клея относятся:

1. Резиновые перчатки (анатомические или монтерские для низковольтников).
2. Клеенчатые нарукавники.
3. Комбинезон из плотной ткани.
4. Фартук из прорезиненной ткани или из тонкой листовой резины.

5. Очки для защиты глаз при очистке клеянок от сухих остатков клея.

6. Косынка для волос.

Кроме того, необходимо перед началом работы смазывать лицо и руки смесью вазелина и ланолина.

Примечание. В обеденный перерыв руки должны быть чисто вымыты. По окончании работы следует принимать горячий душ.

Поступающие на работу в клеезаготовительную подвергаются медицинскому осмотру перед поступлением и периодически, не реже одного раза в шесть месяцев.

Примечание. В случае кожных заболеваний рабочие обязаны немедленно обращаться к врачу для выяснения возможности их дальнейшей работы в клеезаготовительной мастерской.

Полы в клеезаготовительной мастерской для удобства ониксти и мытья покрываются плитками. Стены на высоту 1,5—2 м красятся масляной краской.

Без соблюдения указанных мероприятий по охране труда и технике безопасности готовить смоляные клеи не разрешается.

6. Приготовление растворов казеиновых клеев В-105 и В-107

Для различных операций склейки применяется клеевой раствор казеинового клея различной вязкости:

- 1) для склейки усовых, торцевых и полуторцевых соединений, а также для сборочных работ 120—150° ФЭ;
 - 2) для склейки дельта-древесины 200—250° ФЭ;
 - 3) для склейки обшивок из шпона 60—90° ФЭ;
 - 4) для остальных операций склейки вдоль волокон 80—110° ФЭ.
- Чтобы получить клеевые растворы таких вязкостей, клей обычно разводится при различных весовых соотношениях порошка и воды, а именно: 1) 1:1,8—1:1,9; 2) 1:1,6—1:1,7; 3) 1:2,1—1:2,2 и 4) 1:2.

Вода для приготовления клеевых растворов берется чистая (питьевая) температурой 12—25°. У клея, разведенного теплой водой, температурой выше 25°, снижается рабочая жизнеспособность.

Количества клеевого порошка и воды, необходимые для приготовления клея требуемой консистенции, определяются по расчетной табл. 10.

Для каждого замеса клеевой порошок и вода обязательно отвешиваются, а не отмериваются по объему.

На первый взгляд казалось бы, что воду легко отмерить мерной посудой, но так как на практике клеевой раствор приходится готовить в разных количествах и различных консистенциях (в зависимости от заказа), то для отмеривания воды потребовалась бы различная градуированная посуда, потому что при отмеривании неградуированной посудой, например кружкой и в несколько приемов, можно легко допустить значительные погрешности, до

Таблица 10

Весовые соотношения порошка казенного клея и воды
при разведении

1:1,6			1:1,7			1:1,8			1:1,9		
порошка клея кг	воды кг	клеевого раствора кг	порошка клея кг	воды кг	клеевого раствора кг	порошка клея кг	воды кг	клеевого раствора кг	порошка клея кг	воды кг	клеевого раствора кг
0,20	0,32	0,52	0,20	0,34	0,54	0,20	0,36	0,56	0,20	0,38	0,58
0,50	0,80	1,30	0,50	0,85	1,35	0,50	0,90	1,40	0,50	0,95	1,45
1,00	1,60	2,60	1,00	1,70	2,70	1,00	1,80	2,80	1,00	1,90	2,90
1,50	2,40	3,90	1,50	2,55	4,05	1,50	2,70	4,20	1,50	2,85	4,35
2,00	3,20	5,20	2,00	3,40	5,40	2,00	3,60	5,60	2,00	3,80	5,80
3,00	4,80	7,80	3,00	5,10	8,10	3,00	5,40	8,40	3,00	5,70	8,70
4,00	6,40	10,40	4,00	6,80	10,80	4,00	7,20	11,20	4,00	7,60	11,60
5,00	8,00	13,00	5,00	8,50	13,50	5,00	9,00	14,00	5,00	9,50	14,50
7,00	11,20	18,20	7,00	11,90	18,90	7,00	12,60	19,60	7,00	13,30	20,30
10,00	16,00	26,00	10,00	17,00	27,00	10,00	18,00	28,00	10,00	19,00	29,00
15,00	24,00	39,00	15,00	25,50	40,50	15,00	27,00	42,00	15,00	28,50	43,50

Продолжение

1:2,0			1:2,1			1:2,2		
порошка клея кг	воды кг	клеевого раствора кг	порошка клея кг	воды кг	клеевого раствора кг	порошка клея кг	воды кг	клеевого раствора кг
0,20	0,40	0,60	0,20	0,42	0,62	0,20	0,44	0,64
0,50	1,00	1,50	0,50	1,05	1,55	0,50	1,10	1,60
1,00	2,00	3,00	1,00	2,10	3,10	1,00	2,20	3,20
1,50	3,00	4,50	1,50	3,15	4,15	1,50	3,30	4,30
2,00	4,00	6,00	2,00	4,20	6,20	2,00	4,40	6,40
3,00	6,00	9,00	3,00	6,30	9,30	3,00	6,60	9,60
4,00	8,00	12,00	4,00	8,40	12,40	4,00	8,80	12,80
5,00	10,00	15,00	5,00	10,50	15,50	5,00	11,00	16,00
7,00	14,00	21,00	7,00	14,70	21,70	7,00	15,40	22,40
10,00	20,00	30,00	10,00	21,00	31,00	10,00	22,00	32,00
15,00	30,00	45,00	15,00	31,50	46,50	15,00	33,00	48,00

ЖУРНАЛ КЛЕЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ МАСТЕРСКОЙ ЦЕХА № . . .
по записи дозирования, приготовления и контроля казеиновых клеев В-105 и В-107

Дата	Смена	№ замеса и № кле- мешалки	Марка клея	Данные клея			Дозировка и вес клеевого раствора			Темпе- ратура воды °C	Время пригото- вления	
				№ пар- тин	№ пас- порта	соотно- шение порошка и воды кг	порошок клея кг	вода кг	клеевой раствор кг		начало сметни- вания	слив
21/XI	1	10—4	В-105	330/5	41	1:2	10,0	20,0	30,0	14	1000	1035

Продолжение

Качество клея		Выдача клеевого раствора				П о д и с и	
вязкость в °ФЭ	темпера- тура °C	для каких операций склейки	время выдачи	вязкость °ФЭ	темпера- тура °C	мастер клеаго- тонительной мастерской	лаборант контролер
95	15	До 1500	1140	110	15		

5—6%. Отвешивание же воды за один прием — более точная и быстрая операция.

Приготовление казеинового клеевого раствора сложнее и длительнее, чем приготовление смоляного клея.

Для получения однородного клеевого раствора, без комков, в бак клеемешалки вливается все количество воды, требуемое для данного раствора, после чего вводится антисептик, пускаются в движение месильные лопатки и постепенно высыпается клеевой порошок¹.

При приготовлении более жидких клеевых растворов (консистенции 1:2,1—1:2,2) или из порошка клея после длительного его хранения в бак вливается сначала около $\frac{2}{3}$ требуемого количества воды и постепенно высыпается весь отвешенный клеевой порошок при непрерывном перемешивании до получения загустевающей массы, затем добавляется оставшая $\frac{1}{3}$ воды небольшими порциями, после чего размешивание ведется обычным порядком в течение 40—45 мин. При соблюдении этих условий к концу размешивания в клеемешалках с обегавшими лопатками клеевой раствор или совсем не будет содержать комков или их будет не более 1%. По окончании размешивания рекомендуется процеживать клеевой раствор через редкое сито, имеющее пять-восемь отверстий на погонный сантиметр. При этом комки должны протираться через сито, а не выбрасываться, чтобы не изменялась консистенция клеевого раствора.

Клеевой раствор выливается из клеемешалки в баки, где отстаивается в течение 15—20 мин., после чего с поверхности удаляется пена. Допускать клей в работу без отстаивания пены не следует, потому что пенистый клей не дает равномерной пленки и понижает крепость клеевого соединения.

Количество клеевого раствора заготавливается в соответствии с его жизнеспособностью, т. е. клей следует использовать в течение 2—4 час.

Готовый клеевой раствор проверяется на вязкость и в случае соответствия вязкости с требуемой нормой выдается в цех.

Все записи по приготовлению клеевого раствора, проверке его качества и выдаче в цех ведутся в журнале по прилагаемой форме 2.

Клеемешалки, баки, клеянки и кисти после освобождения от клея тщательно моются горячей водой во избежание появления плесени и грибков на остатках клея.

Для дезинфекции кистей рекомендуется применять 1%-ный раствор карболовой кислоты.

При мытье посуды из-под казеинового клея работницам необходимо надевать на руки резиновые перчатки, так как клеевой раствор обладает довольно сильной щелочной реакцией и при длительном воздействии на кожу рук может вызвать разъедание и образование ран.

¹ Введение антисептика в клей и меры предосторожности при работе с ним предусмотрены специальными инструкциями ВИАМ и НКАП.

ПРОЦЕСС СКЛЕИВАНИЯ

К процессу склеивания изделий из древесных материалов следует отнести операции нанесения клея на склеиваемые поверхности, сборки, запрессовки и выдержки клееных изделий под прессом и вне прессы.

Детали и агрегаты склеиваются как в отдельных клеечных мастерских, так и в столярно-сборочных цехах на протяжении всего цикла их изготовления.

1. Температура и влажность воздуха в производственных помещениях

В помещениях, где хранятся и склеиваются детали, поддерживаются такие температуры и влажность воздуха, при которых обеспечивается нормальное ведение технологических процессов склеивания.

Прежде всего обращается внимание на температуру воздуха и заготовок, которая при склейке смоляными клеями без применения нагревания при запрессовке должна быть не ниже 16° , в противном случае затвердевание (полимеризация) клея будет происходить крайне медленно, и установленные сроки выдержек в прессе для склеиваемых деталей будут недостаточны. Помимо того клеевое соединение может оказаться недостаточно прочным вследствие длительного впитывания клея в древесину из-за медленного затвердевания клеевой прослойки.

Казеиновые клеи при затвердевании менее чувствительны к температуре, и поэтому при склейке ими без подогрева склеиваемых деталей температура воздуха в помещении может быть от 12° и выше. В исключительных случаях, когда нельзя обеспечить указанную температуру, можно склеивать детали казеиновыми клеями и при более низкой температуре, но при этом необходимо удлинить выдержки деталей в прессе и перед обработкой их, а также давать более длительную открытую пропитку (выдержку) намазанных клеем заготовок перед сборкой. Однако склеивать при температуре ниже 18° в серийном производстве недопустимо, а нецелесообразно вследствие значительного удлинения выдержки под прессом, более длительной пропитки и трудности выполнения работы при низкой температуре.

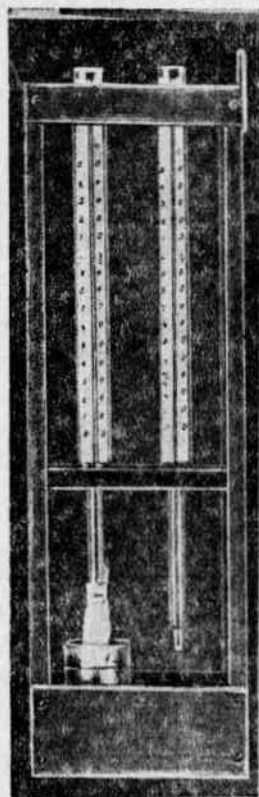
Смоляными и казеиновыми клеями с применением подогрева при запрессовке можно склеивать детали в производственных помещениях с температурой воздуха от 8° и выше.

Влажность воздуха в производственных помещениях должна быть равномерной и обеспечивающей содержание влаги в древесине 7—10% на протяжении всего цикла изготовления клееных изделий.

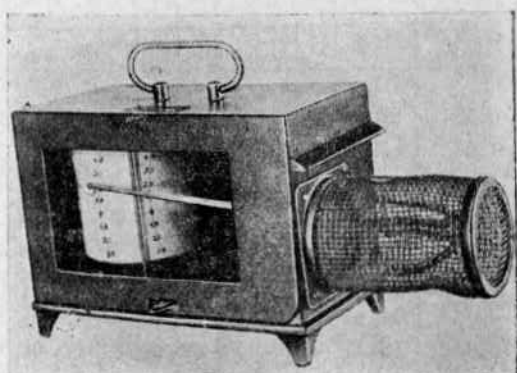
При склейке казеиновым клеем древесина несколько увлажняется, поэтому влажность воздуха в помещениях, где обрабаты-

ваются и хранятся склеенные детали, рекомендуется поддерживать несколько повышенной и соответствующей влагоемкости древесины в 10—12%, т. е. φ может быть 50—65% (в зависимости от температуры воздуха), в противном случае возможна значительная усушка деталей и появление в них трещин.

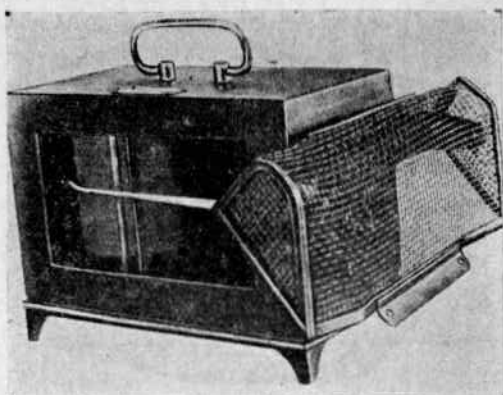
За состоянием воздуха в производственных помещениях ведется систематическое наблюдение, для чего в определенных точ-



Фиг. 31. Психрометр
Августа.



Фиг. 32. Термограф.



Фиг. 33. Гигрограф.

ках устанавливаются контрольные приборы: психрометры Августа (фиг. 31) или самопишущие приборы-термографы (фиг. 32) и гигрографы (фиг. 33).

Количество приборов, контролирующих состояние воздуха, и их размещение по производственной площади определяется местными условиями, но с таким расчетом, чтобы зона обслуживания одним прибором не превышала рабочей площади с радиусом 15 м. При

Психрометрическая таблица для вычисления относительной влажности воздуха
(Составлена по материалам Главного управления гидро

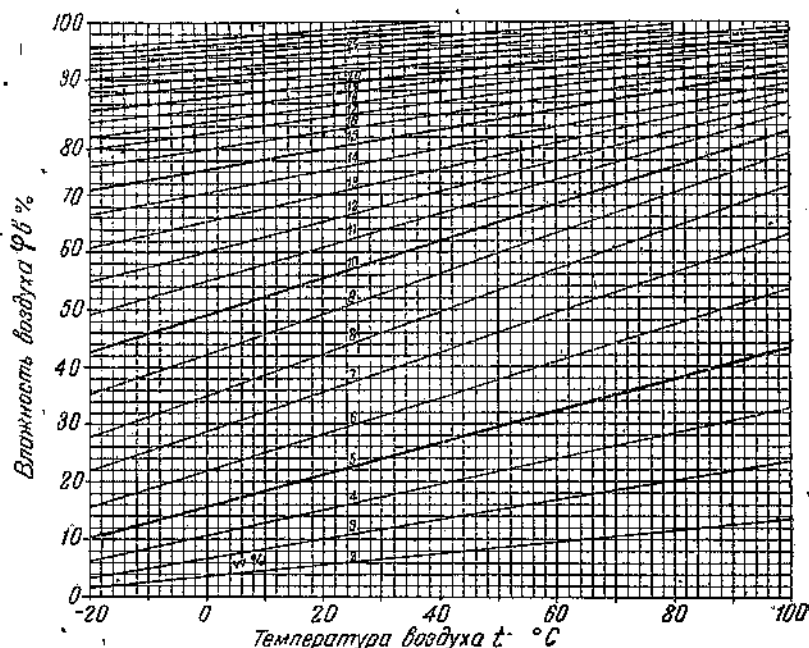
Психро- метри- ческая разница °C	Температура сухого																		
	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15	15,5	16	16,5	17	17,5	18	18,5	19
0,5	93	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	95	95	95	95	95	95	95	95
1,0	87	87	88	88	88	88	88	88	89	89	89	89	89	90	90	90	90	90	90
1,5	81	81	81	82	82	82	83	83	83	83	84	84	84	84	85	85	85	86	86
2,0	74	75	75	76	76	76	77	77	78	78	78	79	79	79	80	80	80	81	81
2,5	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	74	75	75	76	76	76
3,0	62	63	63	64	65	65	66	67	67	68	68	69	69	70	70	71	71	71	72
3,5	56	57	58	58	59	60	61	61	62	62	63	64	64	65	65	66	67	67	67
4,0	50	51	52	53	54	54	55	56	57	58	58	59	60	60	61	61	62	62	63
4,5	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	53	54	55	56	56	57	57	58	59
5,0	38	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	49	50	51	52	52	53	54	55
5,5	33	34	35	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	46	47	48	49	50	50
6,0	27	28	30	31	32	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	46
6,5	22	23	25	26	27	29	30	31	32	33	35	36	37	38	39	40	41	41	42
7,0	—	—	—	21	22	24	25	26	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
7,5	—	—	—	—	—	—	20	22	23	24	26	27	28	29	30	31	32	33	34
8,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	21	23	24	25	26	27	28	30	31
8,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	21	22	23	25	26	27
9,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21	22	23
9,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

ности воздуха по показаниям психрометра Августа при скорости
 $\sim 0,8 \text{ м/сек}$
 метеорологической службы СССР при СНК Союза ССР)

термометра в °C

19,5	20	20,5	21	21,5	22	22,5	23	23,5	24	24,5	25	25,5	26	26,5	27	27,5	28	28,5	29	29,5	30
95	95	95	95	95	95	95	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
90	90	91	91	91	91	91	91	91	91	92	92	92	93	92	92	92	92	92	92	92	93
86	86	86	86	87	87	87	87	87	87	87	88	88	88	88	88	88	88	89	89	89	89
81	81	82	82	82	82	83	83	83	83	83	84	84	84	84	84	84	85	85	85	85	85
77	77	77	78	78	78	78	79	79	79	79	80	80	80	80	81	81	81	81	81	82	82
72	73	73	73	74	74	74	75	75	75	76	76	76	76	77	77	77	77	78	78	78	78
68	68	69	69	70	70	70	71	71	71	72	72	72	73	73	73	74	74	74	74	75	75
64	64	65	65	66	66	66	67	68	68	68	68	69	69	69	70	70	71	71	71	71	72
59	60	60	61	62	62	63	63	63	64	64	65	65	66	66	66	67	67	67	68	68	68
55	55	56	57	58	58	59	59	60	60	61	61	62	62	63	63	63	64	64	65	65	65
51	52	52	53	54	54	55	56	56	57	57	58	58	59	59	60	60	60	61	61	62	62
47	48	48	49	50	51	51	52	52	53	54	54	55	55	56	56	57	57	58	58	59	59
43	44	45	45	46	47	48	48	49	50	51	51	52	53	53	53	53	54	55	55	56	56
39	40	41	42	42	43	44	45	46	46	47	47	48	49	49	50	50	51	52	52	53	53
35	36	37	38	39	40	41	41	42	43	44	44	45	45	46	47	47	48	48	49	50	50
32	33	34	34	35	36	37	38	39	39	40	41	42	42	43	44	44	45	45	46	47	47
28	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	39	40	41	41	42	43	43	44	44
24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	38	39	40	40	41	42
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	32	33	34	35	36	36	37	38	38	39
—	—	19	21	22	23	24	25	26	27	28	29	29	30	31	32	33	33	34	35	36	36
—	—	—	—	—	20	21	22	23	24	25	26	27	27	28	29	30	31	31	32	33	34
—	—	—	—	—	—	—	—	20	21	22	23	24	25	26	26	27	28	29	30	30	31
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	21	22	23	24	24	25	26	27	28	28
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	21	22	23	24	24	25	26
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	21	22	23	23	24

установке контрольных приборов обращается внимание на то, чтобы они находились в наиболее характерных местах, преимущественно у мест сосредоточенной склейки, обработки и хранения заготовок на расстоянии не менее 0,5 м от наружных стен и 2 м от отопительных устройств. Кроме того, необходимо следить за тем, чтобы установленные приборы не подвергались действию сквозняков и струй воздуха от вентиляционных установок.



Фиг. 34. Диаграмма зависимости влажности (w) древесины от температуры и влажности воздуха.

Состояние воздуха контролируется круглосуточно. При контроле психрометрами Августа температуры фиксируются сменными лаборантами через каждые 2—4 часа с занесением показаний в специальный суточный контрольный лист, вывешиваемый у прибора. Относительную влажность воздуха по показаниям психрометра Августа вычисляют по табл. 11.

Вычисление равновесной влажности древесины по данным относительной влажности и температуре воздуха ведется по диаграмме (фиг. 34).

При всяком отклонении от норм в состоянии воздуха принимаются меры к регулированию температуры и влажности воздуха в помещении.

В зависимости от атмосферных условий и условий производственных помещений по температуре и влажности воздуха могут быть следующие отклонения от нормального состояния воздуха:

1) при нормальной температуре пониженная или повышенная влажность;

2) при пониженной температуре повышенная влажность;

3) при повышенной температуре пониженная или повышенная влажность.

В первом случае, при нормальной температуре и пониженной влажности, требуемого состояния воздуха можно достигнуть повышением его влажности путем пульверизации воды и пара и поливки полов, при этом необходимо следить и за повышением температуры.

При нормальной температуре и повышенной влажности воздуха снизить влажность можно повышением температуры воздуха до верхнего предела, т. е. до 30° .

Во втором случае, при пониженной температуре и повышенной влажности воздуха, регулирование достигается включением отопительной системы или повышением температуры другими доступными средствами.

В третьем случае, когда от работы оборудования, технологических процессов или отопления создается повышенная температура при пониженной влажности, снижение температуры достигается усиленной работой приточно-вытяжной вентиляции или прекращением отопления, а влажность повышается поливкой полов и пульверизацией воды.

При повышенной температуре и повышенной влажности приведение воздуха к нормальному состоянию возможно только при наличии на заводе специальной установки по кондиционированию воздуха.

Для контроля за изменением влажности в деталях при отклонении влажности воздуха от нормы можно применять так называемые сигнальные образцы древесины. Форма и размеры сигнальных контрольных образцов выбираются с таким расчетом, чтобы отражать изменение влажности обрабатываемых или склеиваемых заготовок и деталей в зоне расположения контрольного прибора, например, на участке хранения заготовок для щитков образец вырезается из наиболее распространенного сортамента.

Образец должен обеспечивать поглощение или отдачу влаги через боковые поверхности (торцы образца закрашиваются) и при взвешивании иметь величину навески не менее 100 г. У сигнально-контрольных образцов проверяется влажность, и они укладываются внизу около контрольного прибора.

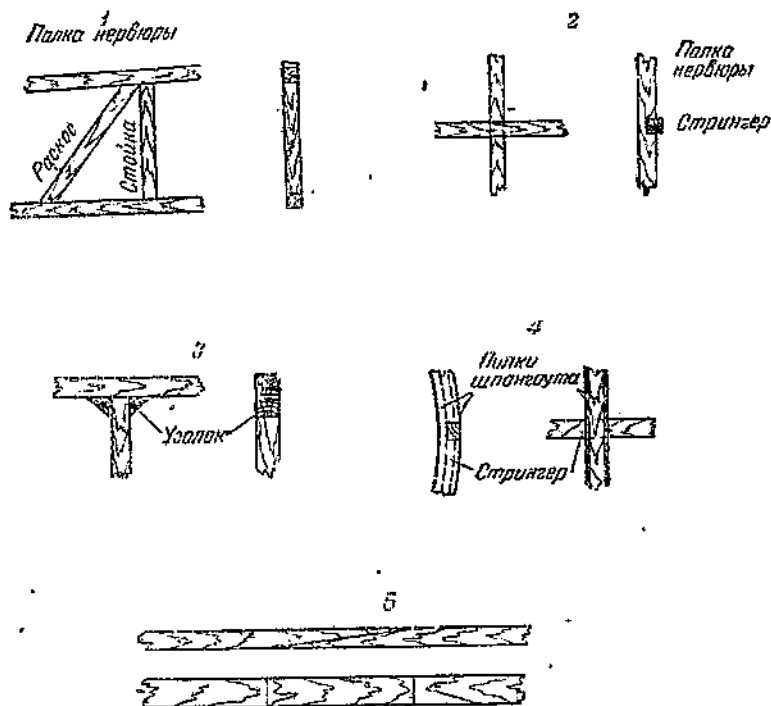
При отклонении по приборам влажности воздуха от установленных норм, помимо принятия мер к регулированию состояния воздуха, взвешивают сигнальные образцы. Если влажность их в допустимых пределах, производство деталей не приоставливается.

Таким образом пользование сигнально-контрольными образцами дает возможность не останавливать производство при кратковременных отклонениях влажности воздуха в производственных помещениях, так как значительных изменений влажности древесины не успевает произойти.

2. Вязкость клея при нанесении

При склейке клеи применяются различной вязкости в зависимости от склеиваемой поверхности, впитываемости клеев древесными материалами, длительности операции склейки и свойств клея.

При склейке некоторых соединений (фиг. 35), как например, полок нервюр с подкосами и стрингерами 1, 2 и 3, шпангоутов со стрингерами 4 и при стыковке планок на-ус 5, волокна древесины,



Фиг. 35. Соединения деталей вторец, полуторец и на-ус.

выходящие в плоскость склейки, перерезаны под тем или иным углом, вследствие чего клей сильнее впитывается в перерезанные клетки и сосуды древесины, чем при склейке элементов с направлением волокон вдоль плоскости склейки. Поэтому для усовых, торцевых и полуторцевых соединений, а также при сборочных работах необходимо применять более вязкий клей.

При длительной сборке, как, например, при выклейке обшивок, нельзя применять клей с повышенной вязкостью во избежание сильного загустевания его до начала запрессовки, в результате чего может получиться некачественное клеевое соединение с тол-

стой и неравномерной клеевой прослойкой, перемежающейся с местными непроклеями.

Вязкость клеев ВИАМ-БЗ и КБ-3 после приготовления сравнительно медленно нарастает от 20—25° до 100—120° ФЭ в течение 2—3 час., а затем наступает резкий перелом в скорости нарастания и вязкость быстро повышается (фиг. 36). Для казенновых клеев этот перелом в скорости нарастания вязкости обычно наступает при более повышенной вязкости (порядка 300—350° ФЭ).

По условиям авиационного производства и в зависимости от условий склеивания рабочая жизнеспособность клея должна быть от 1 до 3 час.

Так как плавное нарастание вязкости клеев ВИАМ-БЗ и КБ-3 находится на более низких пределах вязкости, то, чтобы иметь возможность работать с этими клеями в течение указанного выше времени, их необходимо выдавать на рабочие места и применять для нанесения с меньшей вязкостью, чем казенновые.

Следовательно, необходимо применять клеи следующей вязкости.

а) Смоляные КБ-3, ВИАМ-БЗ и КМ-12 на операциях склейки на-ус, вторец и полуторец, а также для мелких сборочных работ от 40 до 120° ФЭ и на остальных операциях (преимущественно при склейке с параллельным расположением волокон древесины к плоскости склейки) от 25 до 90° ФЭ.

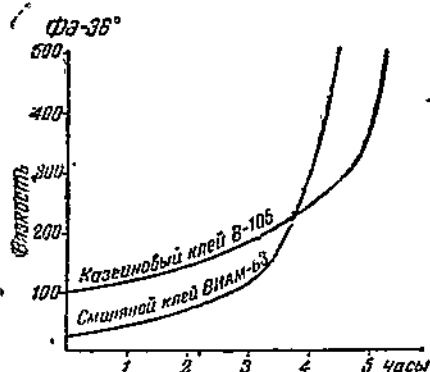
б) Казенновые В-105 и В-107 на операциях выклейки обшивок от 70 до 100° ФЭ, при склейке на-ус, вторец и полуторец, для мелких сборочных работ от 150 до 250° ФЭ, для склейки дельта-древесины и балинита следует применять клей еще более вязкий вследствие малой поглощаемости влаги обогащенной древесиной; для остальных операций склейки вязкость казенновых клеев должна быть от 100 до 200° ФЭ.

На рабочих местах необходимо контролировать вязкость выдаваемого клея и, использовать его в пределах его рабочей жизнеспособности.

Рабочая жизнеспособность клея в пределах установленных вязкостей в зависимости от температуры соответствует:

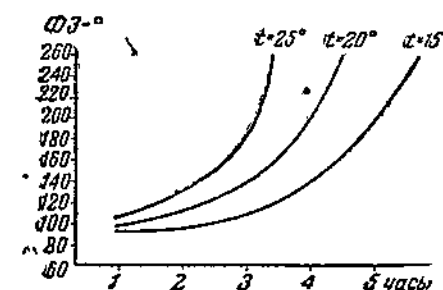
а) для смоляных клеев на операциях выклейки обшивок 1—2 час., на остальных операциях склейки 2—4 час.;

б) для казенновых клеев на операциях выклейки обшивки и склейки дельта-древесины 1—2 час. и на остальных операциях склейки 2—4 час.



Фиг. 36. Диаграмма изменения вязкости смоляных и казенновых клеев во времени.

Рабочая жизнеспособность с увеличением температуры клея и температуры воздуха в цехе сокращается и, наоборот, с понижением температуры увеличивается. На фиг. 37 даны кривые нарастания вязкости раствора казеинового клея во времени при различных температурах.



Фиг. 37. Кривые нарастания вязкости клеевого раствора казеинового клея (разведение 1:2) при температуре 15, 20 и 25°.

Применение клеев с пониженной вязкостью ведет обычно к образованию голодного клеевого соединения и низкой прочности склейки.

При применении густых клеев получаются толстые и хрупкие клеевые соединения, плохо сопротивляющиеся действию вибрационных нагрузок. Нередко образуется много местных непрочных соединений вследствие преждевременного затвердевания клея до момента равномерного распределения его между склеиваемыми поверхностями при запрессовке.

Начинающие затвердевать клеи и особенно клеевой раствор казеинового клея не следует использовать или разбавлять, не нужно также добавлять свежие клеи к уже ранее приготовленному, так как это может снизить крепость склейки. Затвердевший клей негоден для использования.

Рабочую жизнеспособность клеев, особенно смоляных, можно легко удлинить охлаждением, добавляя воду со льдом в пространство между двойными стенками клеянки. Однако охлаждать клеи ниже 12—10° не следует, так как это может отразиться на скорости затвердевания клеевого слоя, и в дальнейшем потребуются удлинение выдержек склеиваемых деталей под давлением.

Контроль за вязкостью клея и временем использования его на рабочих местах осуществляется контролерами и периодической проверкой лаборантом вязкости клея при обходе рабочих мест. Можно также ввести цветные или нумерованные клеянки.

Наилучший способ контроля за временем использования клея на рабочих местах можно установить при выдаче клея по индивидуальным жетонам, которые раздатчица клея вывешивает на доске, разбитой на ряд ячеек через каждые полчаса.

При невозвращении рабочим клеянки в установленный срок раздатчица идет на рабочее место и отбирает клеянку у рабочего.

3. Нанесение клея

Клей в зависимости от условий склейки и от применяемого клея наносится на обе склеиваемые поверхности — двустороннее нанесение, или на одну склеиваемую поверхность — одностороннее нанесение.

Многочисленные лабораторные испытания и производственная практика показали, что крепость клеевого соединения будет одина-

ковой как при двустороннем, так и одностороннем нанесении клея при склейке древесины с направлением волокон параллельно плоскости склейки, при наличии короткой открытой пропитки и достаточно длинной закрытой пропитки, например, при операции выклейки обшивки из шпона в пневматическом прессе, сборке щитков с одновременной запрессовкой большого количества изделий и т. д.

Смоляные клеи ВИАМ-БЗ и КБ-З, применяемые с пониженной вязкостью (по сравнению с казеиновыми клеями) сильнее впитываются в древесину, и поэтому во избежание получения голодного клеевого соединения их рекомендуется наносить на обе склеиваемые поверхности почти при всех операциях склейки, за исключением операции выклейки из шпона элементов обшивки агрегатов самолета с длительным временем сборки, так как для этой операции дается повышенная норма расхода клея.

При длительной открытой пропитке, соответствующей верхнему пределу 15—18 мин. для казеиновых клеев и 20—25 мин. для смоляных клеев, и при короткой закрытой пропитке 3—5 мин., необходимо применять только двустороннее нанесение из-за возможности образования клеевой пленки на поверхности клея, вследствие чего клей будет плохо смачивать ненамазанную поверхность и неравномерно приставать к ней. Например, при приклейке обшивки к агрегатам самолета (длительная открытая сборка) клей наносится обязательно на обе склеиваемые поверхности.

При склейке на-ус торцевых и полуторцевых соединений клей также обязательно наносится на обе склеиваемые поверхности, так как поглощение его благодаря перерезанным волокнам на склеиваемой поверхности будет происходить более интенсивно, а при одностороннем нанесении часто может получаться голодное клеевое соединение с низкой прочностью.

Двусторонняя намазка клея применяется также при склейке деталей из липы, обладающей большой впитываемостью.

Для торцевых поверхностей можно также рекомендовать двойное нанесение клея на склеиваемые поверхности, при этом после первого нанесения следует давать длительную открытую пропитку для заполнения клеем клеток и сосудов древесины и подсыхания клея, после чего клей наносить вторично.

К основным наиболее часто встречающимся в практике недостаткам нанесения клея следует отнести неравномерность слоя и нанесение толстого слоя клея.

Нанесение толстого клеевого слоя часто делают с целью гарантии от непроклейки. Однако следует помнить, что помимо непроизводительного расхода клея, загрязнения рабочего места и приспособлений хрупкая толстая клеевая прослойка снижает качество склейки и повышает вес изделия.

Кроме того, при жирном нанесении клеевого раствора казеинового клея детали приобретают повышенную влажность, что в дальнейшем приводит к усушке и деформациям в месте склейки, а нередко и к образованию трещин.

Ряд иностранных авторов рекомендует придерживаться расхода клея 150—300 г/м² площади склейки.

На основании результатов проведенных ВИАМ работ по нанесению клея и практики работы заводов серийного производства винтов, обшивок из шпона и других авиационных деталей установлено, что расход клея зависит от марки клея, методов нанесения, потерь при намазке и определяется следующими величинами.

Для двустороннего нанесения: а) при склейке смоляными клеями 250—340 г/м² площади склейки;

б) при склейке казенновыми клеями 500—700 г/м² площади склейки клеевого раствора или 170—230 г/м² сухого порошка.

Для одностороннего нанесения: а) при склейке смоляными клеями 160—250 г/м²;

б) при склейке казенновыми клеями 350—500 г/м² клеевого раствора или 120—170 г/м² сухого порошка;

в) при выклейке обшивки из шпона смоляными клеями 350—400 г/м².

При склейке узких поверхностей или при применении клея с вязкостью, близкой к верхнему пределу, расход клея соответствует верхнему пределу и, наоборот, при склейке широких поверхностей или маловязким клеем — нижнему пределу.

Большой расход смоляного клея при выклейке обшивки из шпона объясняется значительной впитываемостью сухим (неувлажненным) шпоном смоляного клея, имеющего сравнительно низкую вязкость, а в случае нанесения тонкого слоя клей будет быстро подсыхать.

Клей наносится преимущественно вручную, кистями или щетками.

Клей следует наносить движением кисти, щетки или ролика в одну сторону. Слой должен быть равномерным и такой толщины, чтобы при одностороннем нанесении текстура древесины слегка просвечивала сквозь слой клея, а при двустороннем нанесении была бы отчетливо видна, при этом следуют учитывать степень прозрачности клея.

Для достижения равномерной толщины клеевого слоя по всей склеиваемой поверхности при ручной намазке следует применять щетинные или лубяные кисти; последние должны быть хорошо разбиты, с длиной ворса в пределах 1,5—2 см.

Как слишком длинный, так и короткий ворс неудобен в работе и не дает равномерной толщины клеевого слоя.

Ширина кистей должна соответствовать ширине склеиваемых поверхностей (и не быть шире), что ускоряет нанесение и позволяет экономно расходовать клей.

Пользоваться всевозможными палочками, лопатками и различными приспособлениями не следует, так как при этом увеличивает расход клея и не получается равномерной толщины клеевого слоя.

Для нанесения клея на широкие поверхности, например на шпон (при выклейке обшивок), на дроки винтов и других широких

деталей, рекомендуется применять плоские щетинные щетки диаметром 10—15 см с металлическими или деревянными ручками.

Наряду с ручным нанесением клея щетками и кистями, проведено много работ по конструированию и испытанию различных роликовых клеенаносителей для нанесения клея на планки, полощы шпона и т. д., которые применялись на ряде заводов или находятся еще на испытании.

ВИАМ на основании собранного материала по роликовым клеенаносителям провел опыты и разработал роликовый клеенаноситель с ручной подачей (фиг. 38), который может применяться для нанесения клея при склейке деталей из планок и дрог, например полок лонжеронов, бобышек, болванок винтов и пр.

Принцип действия этого клеенаносителя заключается в следующем: при проталкивании планки в направлении, указанном стрелкой, прижимной валик надавливает на планку своим весом, заставляя ее задевать за концы шпилек клеевого валика и тем самым вращает его; при этом происходит намазка клеевого раствора на нижнюю поверхность планки.

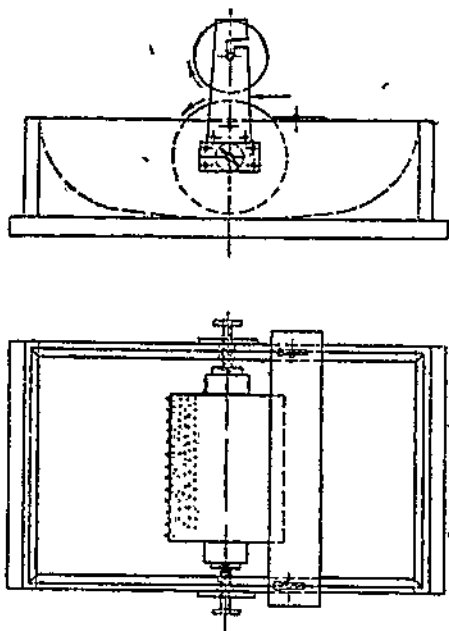
Толщина клеевого слоя, наносимого на поверхность планок, зависит в первую очередь от высоты шпилек, выступающих над поверхностью клеевого валика. Для получения клеевого слоя нормальной толщины высота шпилек над поверхностью валика дается ~ 1 мм и выдерживается равномерно по всей поверхности валика. При большей высоте шпилек получится жирная намазка, особенно в случае вязкого клея.

Менять толщину клеевого слоя можно также придвиганием к валику или отодвиганием от него регулирующей планки.

Длина валика должна соответствовать ширине намазываемых планок, а объем ванны выбирается по количеству деталей.

Для удлинения жизнеспособности смоляного клея ванна роликового наносителя делается с двойными стенками, между которыми наливается холодная вода для поддержания температуры клея 15—20°.

В склеечных мастерских рекомендуется устанавливать несколько

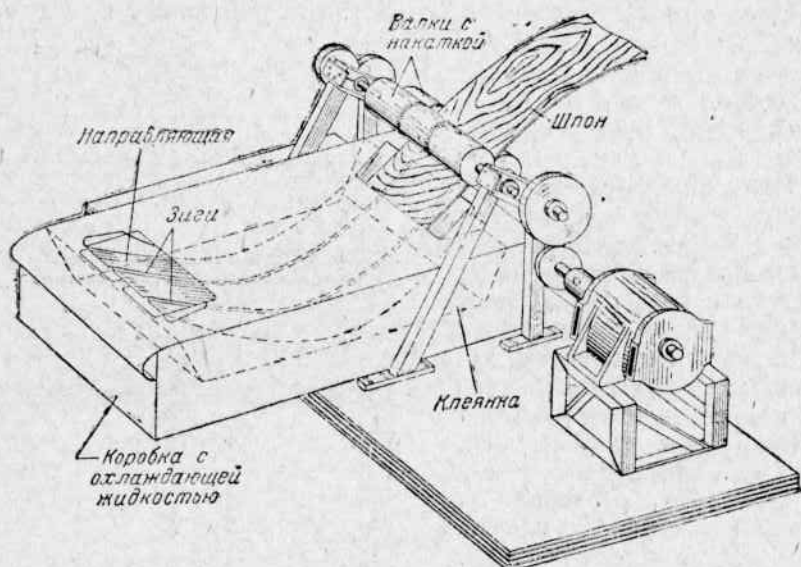


Фиг. 38. Роликовый клеенамазывать с ручной подачей для одностороннего нанесения клея на планки.

ко штук роликовых клеенаносителей, чтобы можно было без перерыва в работе очищать их два раза в смену через 3—4 часа.

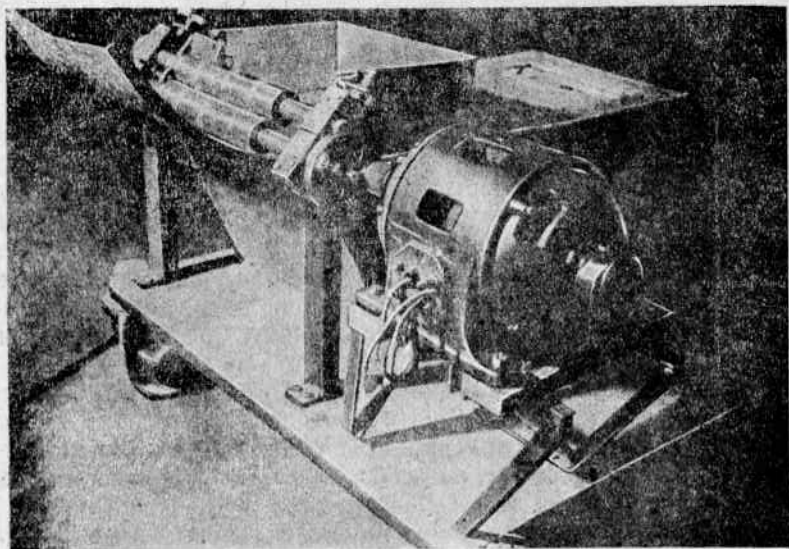
Применение таких роликовых клеенаносителей позволяет быстро наносить клеевой раствор равномерным слоем на поверхности планок.

Для нанесения клея на полосы шпона при выклейке обшивок были испытаны в производстве два типа механизированных клеенаносителей, которые дали положительные результаты.

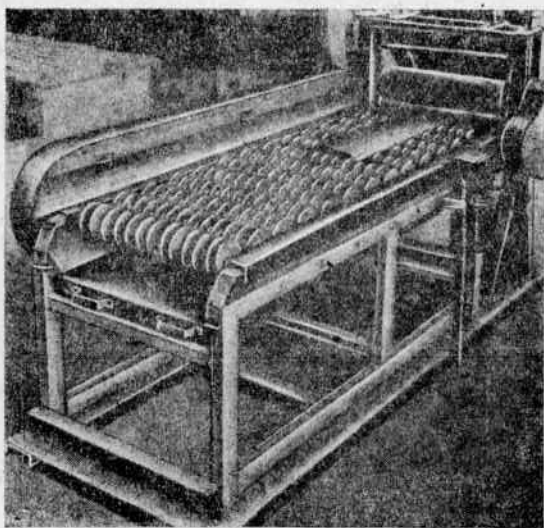


Фиг. 39. Эскиз клеенаносителя для нанесения клея на полосы шпона.

На фиг. 39 и 40 показан клеенаноситель конструкции инж. Чихалова. Клей наносится на полосы следующим образом: полосу шпона пропускают через ванну с клеем так, чтобы конец полосы был направлен в сторону роликов и при дальнейшем продвижении поступал между роликами со специальным рифлением. Рифленные ролики, вращаясь в разные стороны, увлекают полосу шпона. При погружении в ванну полоса смачивается клеем с обеих сторон, а при пропускании через ролики избыток клея снимается со шпона и на поверхности полосы остается ровный слой требуемой толщины. Таким образом здесь ролики служат не для нанесения клея, а для удаления избытка его и выравнивания толщины слоя по всей полосе шпона. Толщину клеевого слоя можно регулировать сближением роликов между собой или, наоборот, раздвижением их. Этот клеенаноситель обеспечивает быстрое нанесение клея и ровную толщину слоя, удобен в работе, но требует внимательного и аккуратного обращения с ним и тщательной очистки роликов и ванны тотчас после использования клея.



Фиг. 40. Клееаноситель конструкции инж. Чихалова.



Фиг. 41. Клеевые вальцы для нанесения клея на полосы шпона.

На фиг. 41 показаны клеевые вальцы, применяемые в фанерной промышленности для намазки клея на шпон. Полосы шпона пропускаются через рифленные вальцы, которые смачиваются клеем из ванн. Намазанные полосы шпона двигаются по рольгангу.

4. Сборка

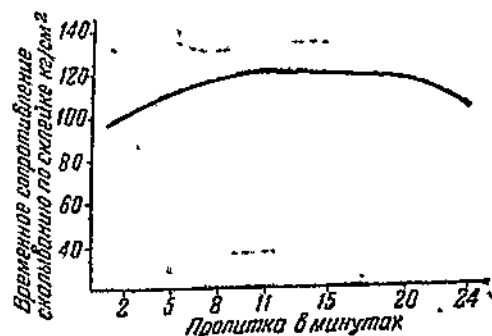
Для получения прочного клеевого соединения склеиваемые детали должны запрессовываться после насыщения клеем поверхностных слоев древесины и при правильном соотношения между вязкостью клея и давлением. Склеиваемые детали тотчас после нанесения нельзя складывать и помещать под пресс, а необходимо давать им определенную открытую и закрытую пропитку, в противном случае не исключается возможность получения голодного клеевого соединения, а следовательно, и низкой крепости склейки (особенно при применении клея на нижнем пределе вязкости и при низкой температуре воздуха и материалов). Сразу после нанесения клеи, особенно смоляные, имеют значительно меньшую вязкость, чем это требуется при запрессовке, а волокна древесины вблизи склеиваемых поверхностей еще не пропитались клеем.

При открытой пропитке намазанных клеем поверхностей часть влаги (при применении казеинового клея) или часть летучих веществ и влаги (при применении смоляных клеев) испаряются из клея и вместе с клеевым веществом поглощаются древесиной.

При закрытой пропитке происходит дальнейший процесс насыщения клеем слоев древесины, близких к клеевому соединению.

Эти волокна древесины насыщаются клеем. Клей приобретает нужную вязкость, при которой после запрессовки получается клеевая прослойка нормальной толщины.

Сильно затягивать пропитку, особенно открытую (да еще при температуре воздуха выше 20—25°), не следует, потому что клей может дойти до такой степени вязкости, при которой при запрессовке избыток его не вытечет и не полу-



Фиг. 42. Диаграмма зависимости крепости склейки казеиновым клеем ясеня от времени пропитки.

чится равномерного, плотного прилегания по всей площади склеиваемых поверхностей, что может резко снизить качество клеевого соединения.

На диаграмме (фиг. 42) даны кривые изменения крепости склейки ясеневых образцов, склеенных казеиновым клеем, в зависимости от продолжительности пропитки.

При склейке смоляными клеями при установленных нормах вязкости клея и температуре воздуха в момент нанесения порядка 20° наилучшие результаты крепости склейки можно получить при 10—

12-минутной открытой и 15—20-минутной закрытой пропитке, а при склейке казенновыми клеями 4—6-минутной открытой и 10—12-минутной закрытой пропитке.

При серийной сборке различных авиадеталей не представляется возможным на ряде операций склейки придерживаться таких ограниченных разбегов во времени, поэтому даются более широкие диапазоны времени открытой и закрытой пропитки, при которых можно также получить удовлетворительную крепость клеевого соединения, а именно:

а) При применении смоляных клеев:

Открытая пропитка . . . от 5 до 15 мин.

Закрытая пропитка . . . от 5 до 25 "

б) При применении казенновых клеев:

Открытая пропитка . . . от 2 до 6 мин.

Закрытая пропитка . . . от 4 до 18 "

Эти сроки пропитки следует применять для клеев с пределами вязкости, которая установлена для той или иной операции склейки, при этом при нанесении более густых клеев, близких к верхнему пределу установленной вязкости, рекомендуется придерживаться более короткой открытой пропитки, и наоборот, при нанесении клеев с вязкостью, близкой к нижнему пределу, давать более длительную пропитку. Следует также учитывать температуру материала и воздуха в склеечном помещении, которая в условиях производства в разное время года может колебаться в больших пределах.

При низкой температуре воздуха в помещении рекомендуется придерживаться более длительной пропитки, а при высокой температуре давать короткую пропитку, так как клеи с повышением температуры быстрее набирают вязкость.

В указанные нормы открытой и закрытой сборки деталей при правильно построенном технологическом процессе укладываются почти все операции склейки в самолетостроении за исключением операции выклейки из шпона обшивок и приклейки обшивок к каркасам крупных агрегатов самолета.

Процесс закрытой сборки может быть удлинен без ущерба для качества склейки применением клея с меньшей вязкостью, максимальным сокращением открытой пропитки и большим расходом клея.

Поэтому при выклейке обшивок применяются клеи с меньшей вязкостью, клей наносится быстрее и с большей толщиной слоя. Тотчас же на намазанный шпон укладывается следующий слой шпона. Таким образом процесс сборки обшивки может быть удлинен до 40—50 мин. на казенновом клее и до 1 час. 10 мин. на смоляном клее КБ-3 без понижения качества склейки. За это время можно набрать обшивку из 10—12 слоев.

При приклейке обшивок к каркасам агрегатов самолетов клей также быстро наносится и не дается открытой пропитки, вслед-

ствие чего качественное клеевое соединение получается при 40—50-минутной сборке на смоляных клеях и 30—40-минутной сборке на казеиновых клеях.

5. Запрессовка

Для плотного соединения склеиваемых поверхностей и получения необходимой толщины клеевой прослойки детали запрессовываются под давлением.

При запрессовке при правильно выбранном удельном давлении слой клея распределяется равномерно между склеиваемыми поверхностями, пузырьки воздуха удаляются из клеевого соединения и получается клеевая прослойка необходимой толщины (порядка 0,01—0,1 мм).

При запрессовке склеиваемых деталей необходимо соблюдать следующие условия: равномерность распределения давления по всей склеиваемой площади, определенное удельное давление и достаточную продолжительность нахождения склеиваемых изделий под давлением.

Равномерное давление по всей склеиваемой площади необходимо для получения однородной по толщине клеевой прослойки по всей площади склейки. Из-за неравномерности распределения давления в отдельных местах могут получаться утолщения клеевых фуг, а в некоторых случаях даже местные непроклейки, что может сильно снизить прочность клеевого соединения изделия.

Равномерность давления зависит главным образом от качества подгонки склеиваемых поверхностей, методов запрессовки и состояния суага.

В авиастроении при наличии большого разнообразия форм и размеров деталей применяются различные методы запрессовки.

Подробное описание способов запрессовки дано в разделе «Методы запрессовки».

Величина удельного давления в основном должна согласовываться с вязкостью клея в момент запрессовки, шириной склеиваемых поверхностей и точностью их пригонки.

Применение давления без учета этих факторов ведет к образованию: голодного клеевого соединения при слишком высоком давлении или к наличию крупных пузырьков воздуха в клеевой прослойке и большой и неравномерной толщине клеевой прослойки—при недостаточном давлении. В последнем случае при высыхании и усадке клея соединения приобретают значительную хрупкость и слабое сопротивление вибрационным нагрузкам.

Иногда в практике деревянного самолетостроения приходится считаться с конструкцией детали, на которую нельзя давать необходимого давления, например, при изготовлении мелких фасонных деталей и при фанеровке агрегатов некоторых типов самолетов. В таких случаях во избежание поломки или деформации детали приходится сознательно идти на некоторое уменьшение давления в ущерб качеству склейки. Поэтому при проектировании клеевых

деталей конструктор должен учитывать возможность применения давления, достаточного для получения хорошего качества склейки.

При склеивании широких поверхностей, например, болванок винтов, применяется давление $4-5 \text{ кг/см}^2$, а для узких склеиваемых поверхностей (шириной $0,5-2,0 \text{ см}$) давление следует давать порядка $1-1,5 \text{ кг/см}^2$, в противном случае также можно получить голодное клеевое соединение.

Стремление применять повышенные давления $10-15 \text{ кг/см}^2$ и выше зачастую приводило к пониженной крепости склейки (особенно при узких склеиваемых поверхностях).

Нередко в производстве применяют высокие давления исключительно для получения хорошего прилегания плохо подогнанных склеиваемых поверхностей. К высоким давлениям стремиться не нужно, необходимо обеспечивать хорошую обработку и подгонку склеиваемых поверхностей.

Повышение удельного давления при запрессовке влечет за собой усложнение конструкции прессов и приспособлений для склейки и затрату излишней энергии.

Различная степень вязкости смоляных и казеиновых клеев при их нанесении практически не оказывает влияния на величину удельного давления при запрессовке, так как для намазанных смоляным клеем деталей установлены большие сроки выдержки (пропитки) до запрессовки, чем для деталей, склеиваемых казеиновым клеем, имеющим большую вязкость в момент нанесения, поэтому в момент запрессовки вязкость клеев будет практически одинакова.

Для отдельных операций склейки в зависимости от материала и условий склеивания рекомендуются следующие оптимальные величины давления.

1. При склейке полок лонжеронов, стрингеров и бобышек:

а) из древесины хвойных пород (сосна, пихта) и липы $2-3 \text{ кг/см}^2$;

б) из древесины твердых лиственных пород (ясень, дуб и др.) $3-4 \text{ кг/см}^2$.

2. При приклейке березовой фанеры:

а) к каркасам лонжеронов из обыкновенной древесины $2-3 \text{ кг/см}^2$ и из дельта-древесины $4-5 \text{ кг/см}^2$;

б) к каркасам крыла, оперения, нервюрам, шпангоутам и другим деталям с малым сечением $0,5-2,0 \text{ кг/см}^2$, в зависимости от жесткости каркаса и ширины поверхности склейки элементов каркаса.

3. При склейке болванок винтов и дельта-древесины с дельта-древесиной $4-5 \text{ кг/см}^2$.

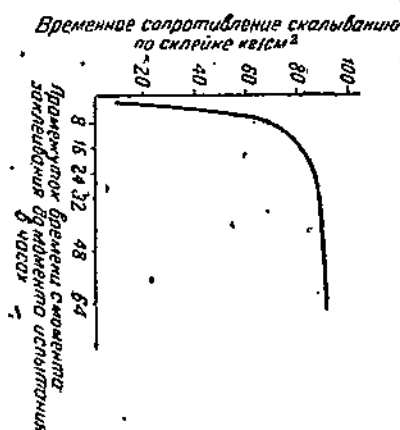
4. При выклейке из шпона толщиной $0,5-1 \text{ мм}$ элементов обшивки самолета в пневматических прессах $2,5-4 \text{ кг/см}^2$.

5. При склейке деталей с одновременным гнутьем необходимо давать давление порядка $5-6 \text{ кг/см}^2$ и более в зависимости от конструкции детали и напряжений, возникающих при загибке.

Продолжительность выдержки склеиваемых изделий под прессом обуславливается скоростью затвердевания клеевого слоя (или, как говорят, схватывания клея) и зависит, помимо вида клея (со-

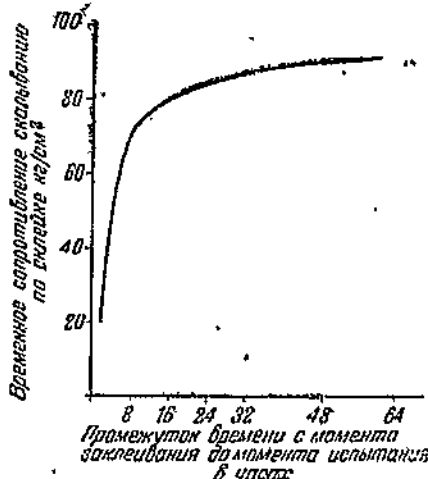
става его), от температуры воздуха и склеиваемых изделий и природы склеиваемого материала.

На фиг. 43 и 44 даны кривые нарастания во времени крепости клеевого соединения сосны, склеенной смоляным клеем ВИАМ-БЗ и казеиновым клеем В-105. Эти кривые характерны лишь для данных партий клеев, которыми производилась склейка, и могут изменяться в зависимости от свойств, присущих той или иной партии клея.



Промежуток времени с момента заклеивания до момента испытания в часах

Фиг. 43. Диаграмма зависимости величины временного сопротивления скалыванию по склейке сосны, склеенной смоляным клеем ВИАМ-БЗ, от времени выдержки с момента склейки.



Фиг. 44. Диаграмма зависимости величины временного сопротивления скалыванию по склейке сосны, склеенной казеиновым клеем, от времени выдержки с момента склейки.

При более слабой древесине скорость поглощения влаги, летучих из клеевого слоя и самого клея происходит быстрее, и поэтому процесс затвердевания клеевой пленки при склеивании древесины мягких пород происходит на 20—40% быстрее, чем при склеивании древесины твердых лиственных пород.

При оклейке облагороженной древесины, обладающей весьма небольшой впитываемостью по сравнению с обычной древесиной, клеевое соединение затвердевает значительно медленнее, чем клеевое соединение обыкновенной древесины. Особенно замедляется процесс затвердевания клея при склейке дельта-древесины раствором казеинового клея, в котором содержится до $\frac{2}{3}$ воды; поэтому качество склейки дельта-древесины казеиновым клеем будет недостаточно хорошее и казеиновый клей лучше не применять для склейки облагороженной древесины вследствие его низкой водоупорности и отсутствия грибостойкости, что не соответствует свойствам облагороженной древесины.

При склеивании казеиновым клеем деталей из тонких слоев

древесины, например выклейки обшивок из шпона в пневматическом прессе, клей вначале будет схватываться довольно быстро, но при насыщении тонкого слоя древесины и невозможности удаления влаги из клеевого соединения затвердевание клея почти останавливается, поэтому обшивки, выклеиваемые из шпона, после кратковременной запрессовки подвергаются сушке.

На скорость затвердевания смоляных клеев большое влияние оказывает температура, которая в условиях производства колеблется в значительных пределах, поэтому продолжительность выдержки под прессом деталей устанавливается в зависимости от температуры склеиваемых изделий и состояния воздуха в производственных помещениях.

Скорость затвердевания клеевых соединений на казеиновых клеях хотя и зависит от температуры, но в значительно меньшей степени, чем соединений на смоляных клеях.

Минимальные сроки выдержки склеиваемых деталей под давлением устанавливаются из такого расчета, чтобы механические

Таблица 12

Продолжительность выдержки под давлением деталей, склеиваемых смоляными клеями ВИАМ-Б1 и КБ-3 без подогрева

№ по порядку	Детали и операции склейки	Минимальная продолжительность выдержки под давлением в часах при температуре		
		16—20°	21—25°	26—30°
1	Прямолинейные детали из древесины и фанеры	5	4	3
2	Детали, склеиваемые из древесины и фанеры с одновременным холодным гнутьем . . .	10	8	6
3	Детали, склеиваемые из дельта-древесины .	12	10	8
4	Детали, склеиваемые из дельта-древесины в сочетании с фанерой или древесиной . .	10	8	6

Таблица 13

Продолжительность выдержки под давлением деталей, склеиваемых казеиновыми клеями В-103 и В-107 из различных древесных материалов

№ по порядку	Операции склейки и древесные материалы	Продолжительность выдержки в прессе в часах при температуре воздуха и детали	
		от 12 до 20°	от 21 до 30°
1	Детали и заготовки из древесины: а) хвойных пород (сосна, ель, пихта) . . . б) твердых лиственных пород (ясень, дуб, береза) и березовой фанеры или сочетания их с хвойными породами в) дельта-древесины и балниита в комбинации с древесиной и фанерой	3—4 4—5 8	2—3 3—4 6
2	Детали, склеиваемые с одновременным холодным гнутьем (независимо от породы древесины)	6—10	5—8

Продолжительность выдержки под прессом деталей и агрегатов самолета при склеивании казеиновыми клеями В-105 и В-107

№ по порядку	Наименование операций	Выдержка в прессе в часах при температуре воздуха и детали	
		от 12 до 20°	от 21 до 30°
1	Склеивание планок на-ус для полок лонжеронов и стрингеров:		
	а) из древесины хвойных пород	3	2
	б) из древесины твердых лиственных пород	4	3
2	Склеивание фанеры на-ус	4	3
3	Склеивание планок в щитки для полок лонжеронов из древесины хвойных пород	3 1/2	2 1/2
4	Склеивание полок лонжеронов и стрингеров из планок и секций:		
	а) из древесины хвойных пород	4	3
	б) из древесины твердых лиственных пород	5	4
	в) из дельта-древесины с фанерой и сосной	8	6
5	Склеивание бобышек из сосны, ели или пихты с фанерой	4	3
6	Склеивание каркасов и лонжеронов крыла с постановкой бобышек, диафрагм, распорок:		
	а) из древесины хвойных и лиственных пород	4	3
	б) из дельта-древесины с фанерой	8	6
7	Приклеивание фанерных стенок к каркасу лонжерона	5	4
8	Фанеровка каркасов крыла, центроплана, фюзеляжа и оперения	5	4
9	Выклеивание дужек шпангоутов и нервюр из планок малых сечений толщиной 2—3 мм:		
	при толщине дужек до 10 мм	6	5
	при толщине дужек свыше 10 мм	10	8
10	Сборка каркасов крыла, центроплана, оперения и фюзеляжа	4	3
11	Сборка каркасов нормальных и усиленных нервюр и шпангоутов	3	2
12	Приклеивание фанерных стенок к каркасам нервюр и шпангоутов	4	3

воздействия на детали при выемке их из пресса и переноске не отразились на крепости клеевых соединений.

Кроме того, при установлении срока выдержки деталей, склеиваемых одновременно с холодным гнутьем, учитываются напряжения в клеевом соединении, возникающие при загибке их, могущие вызвать деформации или даже разрушения деталей при выемке их из пресса.

В табл. 12, 13 и 14 даны минимальные сроки выдержек под давлением деталей, склеиваемых казеиновыми и смоляными клеями в необогреваемых прессах.

Уменьшение сроков выдержек под давлением против указанных в таблицах может повлечь за собой снижение качества клеевых соединений.

6. Запрессовка с подогревом

Температура является одним из основных факторов, влияющих на скорость процесса затвердевания клеев, особенно смоляных. Повышением температуры в клеевом соединении до 50—60° можно резко ускорить процесс затвердевания клеевого слоя на всех операциях склейки смоляными клеями и на большинстве операций склейки казеиновыми клеями.

Процесс затвердевания смоляных клеев ВИАМ-БЗ и КБ-3 в клеевых прослойках в отличие от казеиновых клеев происходит несколько по-иному вследствие особых свойств смоляных клеев этих марок. Смоляные клеи ВИАМ-БЗ и КБ-3 очень чувствительны к температуре при полимеризации, и в отличие от казеиновых в них содержится сравнительно небольшое количество воды.

Затвердевание смоляных клеев исключительно зависит от температуры и в незначительной мере связано с удалением влаги и летучих растворителей из клеевого слоя.

Затвердевание клеевых соединений на казеиновых клеях зависит не только от температуры, но главным образом от высыхания. Удаление влаги из клеевой прослойки без подогрева происходит медленно ввиду большого содержания воды, и при нагревании склеиваемых изделий поглощение влаги древесиной или выход ее в атмосферу может значительно ускориться только в том случае, если между клеевыми прослойками имеется довольно толстый слой древесины или склеиваемые изделия имеют небольшие сечения, которые омываются воздухом, например каркасы шпангоутов, нервюр, крыла и других подобных деталей агрегатов.

Детали, склеиваемые из тонких, но широких элементов, не омываются в достаточной степени воздухом и нагревать их при запрессовке нерационально, так как выход влаги из клеевых соединений до распрессовки затруднен, и поэтому ускорения затвердевания клеевых прослоек происходить не будет. Но все же на большом количестве операций склейки казеиновыми клеями применение подогрева позволяет значительно сократить выдержку изделий в прессе, поэтому для повышения производительности прессов и приспособлений и сокращения цикла изготовления деталей на самолетостроительных заводах за последнее время стала широко применяться склейка с подогревом в запрессованном состоянии изделий, склеенных не только смоляными, но и казеиновыми клеями.

Склеиваемые детали нагреваются:

1) электронагревателями: контактного типа, передающими тепло к клеевому соединению путем непосредственного контакта нагревателя с деталью, и рефлекторного типа — ламповыми или спиральными, передающими тепло радиационно-конвекционным способом;

2) в сушильных камерах, в которые помещают склеиваемые детали в запрессованном состоянии;

3) обдувкой теплым воздухом и прогревом деталей токами высокой частоты (менее распространенный вид подогрева).

Температура в клеевом соединении не должна быть выше 60° , особенно это должно учитываться при применении смоляных клеев. При нагревании клеевого соединения на смоляном клее в течение нескольких часов до $70-80^{\circ}$ может понизиться прочность склейки и ускориться процесс старения клеевого соединения.

В настоящее время наиболее широко применяется подогрев с помощью контактных электронагревателей и в сушильных камерах, и реже — рефлекторными электронагревателями.

Электронагреватели контактного типа применяются при склейке смоляными клеями ВИАМ-БЗ и КБ-З на операциях выклейки обшивок из шпона, приклейки обшивок к каркасам агрегатов и фанерных стенок и планок к деталям при условии, если толщина прогреваемого слоя материала не превышает 15 мм.

При склейке казеиновыми клеями электроподогрев применяется на тех же операциях склейки, за исключением выклейки обшивок из шпона или склейки тонкой фанеры (до 2 мм) друг с другом. Вследствие невозможности удаления влаги из клеевых соединений при пневматической запрессовке обшивки, выклеиваемой из шпона на казеиновом клее, подогрев нерационален, так как клеевые прослойки затвердевать не будут.

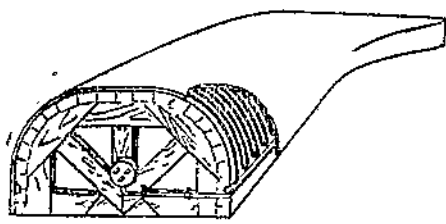
К существенным недостаткам применения контактного способа нагревания следует отнести невозможность прогрева деталей больших сечений без появления значительных деформаций и напряжений в детали вследствие неравномерного прогрева по сечению, при этом создается большой перепад во влажности по сечению в склеиваемом изделии.

Контактные электронагреватели представляют собой сопротивление в виде металлической ленты, заделанной между двумя фанерными листами (обкладками) или вблизи поверхности сулуги прессы или шаблона, на котором выклеивается деталь из шпона.

Электронагреватели разделяются на стационарные и съемные.

Стационарные нагреватели (фиг. 45) применяются главным образом на операциях выклейки элементов обшивки из шпона и при приклейке обшивки к каркасам агрегатов (крыла, центроплана и фюзеляжа) в стационарных пневматических или гидравлических прессах.

Съемные электронагреватели (фиг. 46), представляющие собой плоские или рельефные изогнутые листы, применяются при различных сборочных работах, например при приклейке фанерных стенок к каркасам нервюр и шпангоутов, при склейке каркасов нервюр и т. д. Съем-



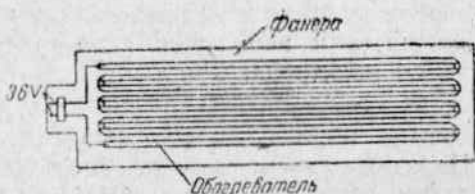
Фиг. 45. Стационарный нагреватель, укрепленный на шаблоне для выклейки обшивок.

ные нагреватели помещаются между сулагой и склеиваемой деталью.

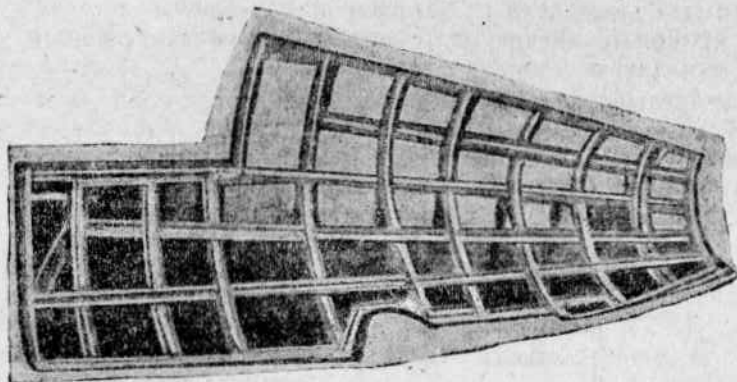
По способу расположения ленты электронагреватели делятся на сплошные, когда нагревательная лента закрепляется между обкладками зигзагообразно и покрывает всю площадь нагревателя (см. фиг. 46), и контурные, когда лента располагается только по контурам, совпадающим с контурами склейки, например электронагреватель для приклейки обшивки к каркасу агрегата с редкой решеткой (фиг. 47).

Контурные нагреватели рационально применять только при склейке больших поверхностей с редкой решеткой. Для фанерных каркасов с частой решеткой можно изготовлять сплошные нагреватели.

Электронагреватели изготавливаются специальной мастерской или даже отдельным цехом, если количество применяемых на заводе электронагревателей велико. Изготовление электронагревателей или их исправление силами цехов-потребителей следует запретить, так как это приводит к применению неисправных нагревателей.



Фиг. 46. Съемный нагреватель для подогрева при приклейке накладок на лонжерон.



Фиг. 47. Контурный электронагреватель для прогрева при приклейке обшивки к каркасу фюзеляжа.

В мастерской с участием лаборатории и ОТК нагреватели тарируются и маркируются. В цехах ведется тщательное наблюдение за всеми действующими нагревателями и за своевременным их исправлением.

Перед изготовлением нагревателей сначала производится расчет длины и ширины ленты¹. Напряжение тока задается.

¹ При расчете электронагревателей необходимо руководствоваться методикой, изложенной в специальной инструкции ВИАМ по расчету электронагревателей.

Следует учитывать, что удельная мощность нагревателя весьма специфична и более точно может быть определена только путем подбора. Обычно для сплошных нагревателей удельная мощность колеблется в пределах 1—1,5 кат на 1 м².

Ленты электронагревателей изготавливаются из рулонных или листовых металлов толщиной 0,1—0,3 мм, нержавеющей стали, обычной стали, железа, меди и медных сплавов. Для изготовления нагревателей следует применять рулонную нержавеющую сталь марки ЭА1Т. Железо и обычная сталь быстро разрушаются от коррозии. Медь и медные сплавы имеют небольшую механическую прочность и небольшое сопротивление, что вызывает удлинение ленты электронагревателя.

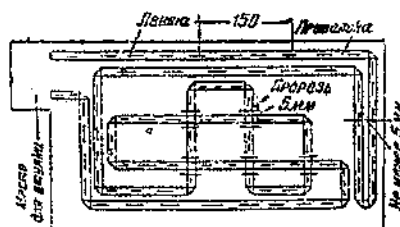
Рулоны на ленты лучше всего разрезать вибрационными роликовыми ножницами со сменными роликами различной ширины. Нарезать ленты вручную ножницами не рекомендуется, так как таким способом трудно выдержать одинаковую ширину ленты, кроме того, этот способ очень трудоемок.

Наиболее употребительные и удобные в работе ленты шириной 10—30 мм.

Узкие ленты шириной менее 10 мм применяются в крайнем случае для малых нагревателей, при этом ленты шириной менее 5 мм вообще не следует применять, так как их трудно изготовить равномерной ширины.

Ленты по длине для обеспечения хорошего контакта лучше всего стыковать внахлестку с пайкой оловянным припоем. Длина нахлестки дается не менее ширины ленты.

При изготовлении плоских съемных нагревателей лента закрепляется на листе фанеры (обкладке), вырезанном по размерам прогреваемой детали с необходимыми припусками, и, кроме того, на одной стороне обкладки оставляется площадка размером 100 × 50 мм для крепления контактного устройства включения нагре-



Фиг. 48. Схема крепления лент контактного электронагревателя.

проволокой с шагом 150—200 мм по схеме фиг. 48.

При изготовлении сплошных нагревателей лента крепится таким же способом, зигзагообразно, по всей площади обкладки по схеме фиг. 46. При этом обращается внимание на то, чтобы между лентами оставался промежуток шириной 5—6 мм.

При креплении лент гвоздями, выступающие с обратной стороны обкладки, концы гвоздей следует обкусывать кусачками.

После укрепления ленты проверяется, нет ли в нагревателе коротких замыканий, путем включения его под соответствующее напряжение. Затем весь нагреватель со стороны лент заклеивается в прессе на смоляном или казеиновом клее 1—1,5-мм фанерой. После этого таким же образом заклеивается с обратной стороны 1—1,5-мм фанерой.

В месте выхода ленты укрепляется штепсельная вилка на предназначенной для этого площадке. Для прочности на площадку наклеивается фанерная планка толщиной ~5 мм. Оставшиеся оголенные концы ленты и проводников заклеиваются основной планкой толщиной 6—8 мм с канавками для провода и ленты.

Штыри вилки защищаются металлическим кожухом. Вилка соединяется с концами ленты непосредственно.

Снаружи электронагреватели, а также и колодки вилок окрашиваются масляными или нитрокрасками в различные цвета, соответствующие напряжению, на которое рассчитан нагреватель, например: синий цвет — 36 В, красный цвет — 18 В и т. д.

После окончательной отделки нагреватель подвергается испытанию на нагрев в течение часа в тех условиях, в которых он будет работать; при этом температура его не должна выходить за пределы температур, установленных технологией для склеивания той детали, для которой предназначен данный нагреватель.

В производство допускаются только проверенные нагреватели, принятые ОТК и имеющие паспорт, поэтому на каждый изготовленный и пущенный в работу электронагреватель составляется паспорт с указанием в нем:

а) номера нагревателя; б) наименования или шифра детали, для подогрева которой изготовлен нагреватель; в) напряжения нагревателя; г) общей мощности нагревателя; д) нормальной силы тока; е) материала, ширины, толщины и длины нагревательной ленты; ж) даты изготовления.

Кроме того, к паспорту прилагается график роста температуры во времени при прогреве детали.

При изготовлении контактных электронагревателей на шаблонах (например шаблоне пневматического пресса для выклейки обшивок) рабочая поверхность шаблона состригается на толщину предохранительного слоя, и на шаблон укладывается лента нагревателя, как указано на фиг. 49.

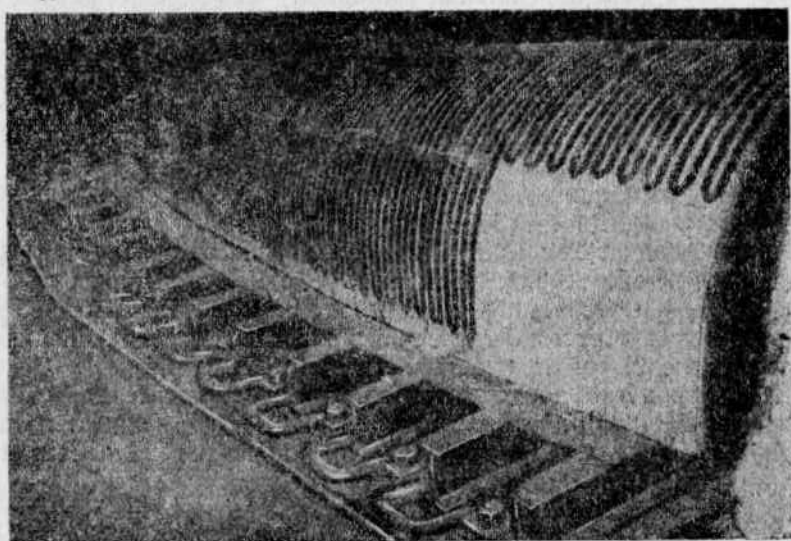
Во избежание неравномерного прогрева на поверхности шаблона при заделке нагревателя следует готовить контур уменьшенного шаблона в строгом соответствии с контуром полного шаблона.

Вдоль нижнего основания шаблона, по всей его длине выбираются канавки глубиной 6—8 мм для помещения подводящих проводов. Концы нагревательной ленты, уложенной на поверхности шаблона, выводятся в канавки и к ним подпаиваются провода. Если лента состоит из секций, то провода соединения секций прокладываются в канавках.

Поверх ленты на шаблон наклеивается (смоляным клеем по второй рецептуре или казенновым клеем) предохранительный слой из полос шпона толщиной 2—4 мм. После затвердевания клея и подсушки шаблон обрабатывается по контурам.

Поверхность шаблона покрывается соответствующими покрытиями.

При подключении электронагревателей к питающей сети следует строго придерживаться правил технической и противопожарной безопасности.



Фиг. 49. Устройство электронагревателя на шаблоне для выклейки обшивок из шпона.

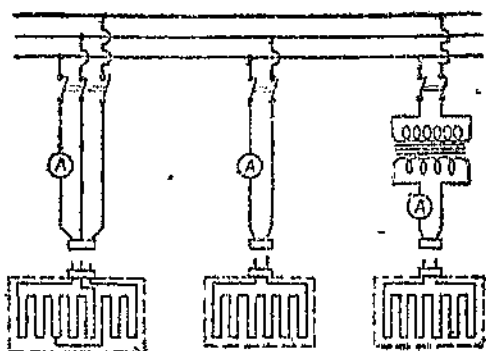
Линии, подводящие ток к нагревателям, выполняются в соответствии с требованиями для электроустановок такой же мощности.

В линии, подводящей ток к каждому нагревателю, устанавливают:

- а) рубильник или магнитный пускатель;
- б) амперметр для контроля работы нагревателя, рассчитанный на силу тока на 20—30% выше потребляемой нагревателем. На стекле амперметра наносится красная черта, указывающая силу тока, потребляемого нагревателем;
- в) контактное устройство, позволяющее отключить нагреватель от питающих проводов.

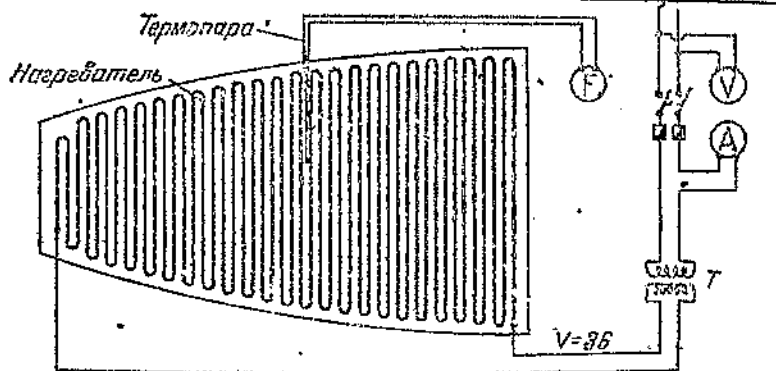
Схемы подключения нагревателей к питающей сети даны на фиг. 50, 51, 52.

Электронагреватели включаются в сеть только того напряжения, на которое они рассчитаны.

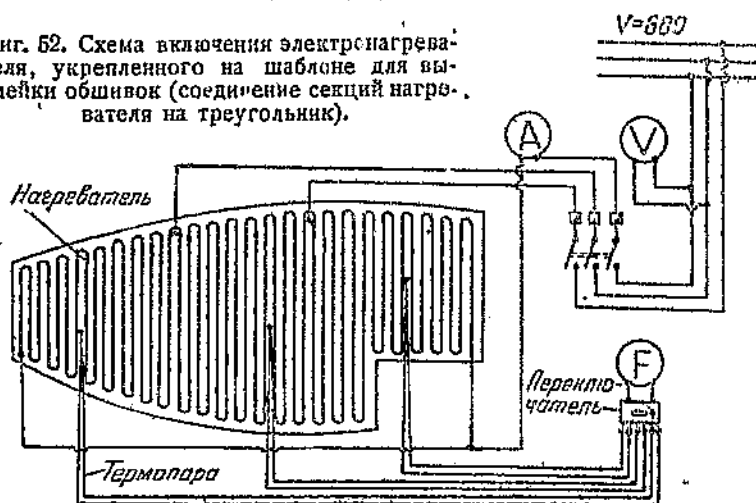


Фиг. 50. Схемы подключения нагревателей к питающей сети.

Фиг. 51. Схемы включения электронагревателя, укрепленного на шаблоне для выклейки обшивки фюзеляжа.



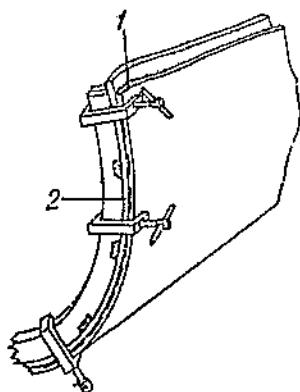
Фиг. 52. Схема включения электронагревателя, укрепленного на шаблоне для выклейки обшивки (соединение секций нагревателя на треугольник).



Во избежание перегрева склеиваемых изделий нагреватели ни в коем случае не следует оставлять включенными сверх установленного по технологии времени для данной операции склейки.

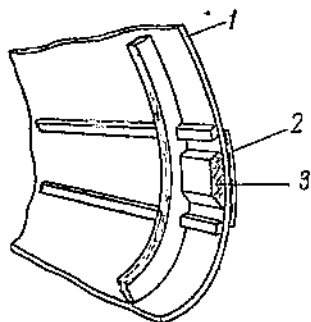
Применение нагревателей. При работе с электронагревателями ведется наблюдение за показаниями контрольного амперметра, и при отклонении силы тока от нормальной нагреватель немедленно выключается.

Контактные электронагреватели располагаются между приклеиваемыми элементами и сулагой, через которую передается давление.



Фиг. 53. Расположение нагревателя при приклейке обшивки к каркасу.

1 — нагреватель; 2 — обшивка.



Фиг. 54. Расположение нагревателя при приклейке бобышки с внутренней стороны к обшивке фюзеляжа.

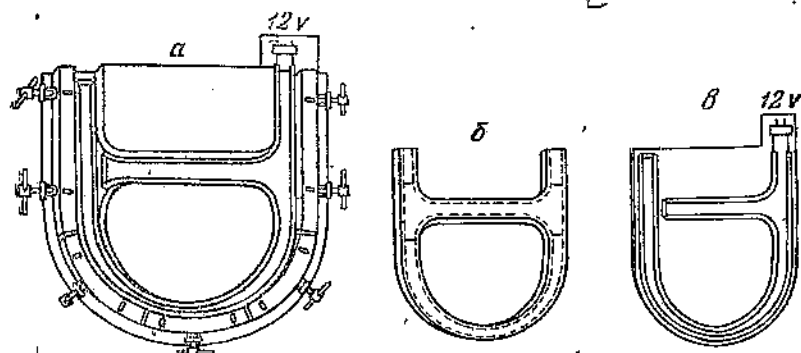
1 — обшивка; 2 — нагреватель; 3 — приклеиваемая бобышка.

При этом нагреватель следует устанавливать всегда со стороны детали, имеющей наименьшую толщину до клеевого слоя, например при приклейке обшивки к каркасу нагреватель накладывается с наружной стороны (фиг. 53) и таким же образом нагреватель располагается при приклейке к обшивке с внутренней стороны бобышек большой толщины (фиг. 54).

При сборке каркасов плоских деталей, например нервюр и шпангоутов, нагреватели располагаются с обеих сторон детали (фиг. 55).

При наложении нагревателя на обшивку, приклеиваемую к каркасу во избежание сдвига лент с мест склейки, необходимо следить, чтобы нагревающие ленты были расположены точно над плоскостью склейки.

Необходимая продолжительность нагрева и выдержки под давлением устанавливается для каждой операции склейки опытным путем, ориентируясь при склейке клеями КБ-3 и ВИАМ-БЗ на режимы, приведенные в табл. 15, и при склейке казеиновыми клеями В-105 и В-107 на режимы, приведенные в табл. 16.



Фиг. 55. Нагреватель для нагрева каркаса шпангоута с двух сторон.
а — нижний нагреватель на плазе; б — шпангоут; в — верхний нагреватель.

Таблица 15

Продолжительность выдержки под прессом и режимы прогрева на сборочных операциях при склейке деталей смоляными клеями ВИАМ-Бз и КБ-3

Толщина прогреваемого материала мм	Температура в клеевом слое перед выключением нагревателя °С	Продолжительность выдержки деталей под давлением			
		до включения нагревателя мин.	при включенном нагревателе мин.	после выключения нагревателя мин.	всего под прессом мин.
До 3	50—60	15	20	10	45
6	50—60	10	35	10	55
9	50—60	10	45	10	65
12	50—60	—	55	15	70
15	50—60	—	65	20	85

Таблица 16

Продолжительность выдержки под прессом и режимы прогрева на сборочных операциях при склейке деталей казеиновыми клеями В-105 и В-107

Толщина приклеиваемых элементов мм	Температура в клеевом слое перед выключением нагревателя °С	Продолжительность выдержки деталей под давлением			
		до включения нагревателя мин.	при включенном нагревателе мин.	после выключения нагревателя мин.	всего под прессом мин.
До 3	50—60	10	25	10	45
6	50—60	10	40	10	60
9	50—60	—	50	20	70
12	50—60	—	65	25	90
15	50—60	—	80	30	110

При выклейке обшивок из шпона смоляными клеями ВИАМ-БЗ и КБ-3 применяются режимы нагрева и запрессовки, приведенные в табл. 17.

Предварительное обжатие склеиваемых изделий с небольшой толщиной прогрева дается для того, чтобы до нагревания клеевого соединения клей распределился ровным слоем, пропитал древесину и повысил вязкость.

Таблица 17

Продолжительность выдержки под прессом обшивок, выклеиваемых из шпона на смоляных клеях ВИАМ-БЗ и КБ-3

Толщина прогреваемой обшивки мм	Температура в клеевом слое перед выключением нагревателя °С	Продолжительность выдержки обшивки под давлением			
		до включения нагревателя мин.	при включенном нагревателе мин.	после выключения нагревателя мин.	всего под прессом мин.
До 3	50—60	20	20	10	50
6	50—60	20	30	20	70
9	50—60	20	40	30	90
12	50—60	20	50	40	110

При установлении режима склейки для каждой операции температура контролируется одновременно в клеевом соединении и на поверхности нагревателя. В дальнейшем, по установлении режима склейки, контроль ведется только за температурой нагревателя.

В процессе склейки температуры контролируются с помощью термодары и гальванометра или термометрами там, где это возможно, а также по силе тока (по амперметру).

Дополнительным контролем при склейке фенольно-формальдегидными клеями служит изменение окраски клея в клеевом соединении и подтеков клея. Вблизи фуг при полимеризации. При этом обращается внимание на то, чтобы нагревание продолжалось только до приобретения подтеками клея розово-красноватого цвета при применении клея ВИАМ-БЗ и слегка розового цвета с коричневатым оттенком при применении клея КБ-3 (клей КБ-3 в затвердевшем состоянии имеет менее интенсивную окраску, чем клей ВИАМ-БЗ). Вести нагревание до темнокрасного или коричневого цвета недопустимо.

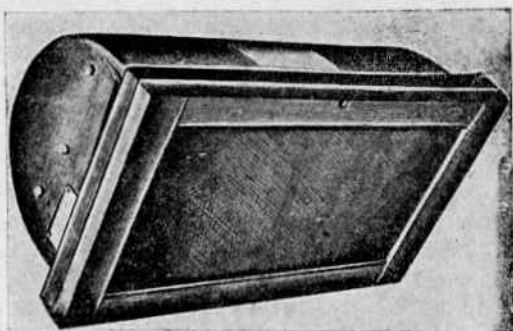
Рефлекторные электронагреватели применяются при склейке смоляными и казеиновыми клеями каркасов на сборочных работах и при наклеивке на дефектные места обшивки или деталей только на смоляных клеях местных латок из шпона или тонкой фанеры с запрессовкой гвоздями.

На фиг. 56 показан рефлекторный нагреватель для нагрева клеевых соединений каркаса крыла, который устанавливается на

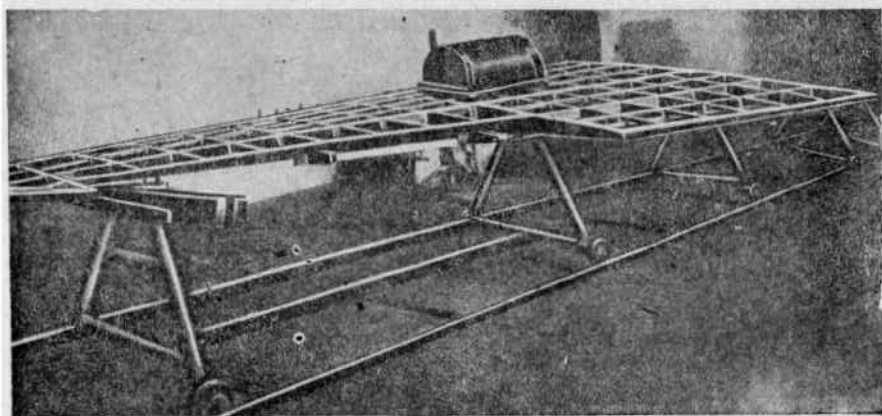
поверхности каркаса, как показано на фиг. 57. Теплым воздухом, выходящим из коробки через нижнее отверстие или сетку нагревателя, и радиацией происходит нагрев склеиваемых элементов каркаса.

Температура воздуха у сетки нагревателя не должна быть выше 70—75° во избежание перегрева клеевых соединений. Продолжительность нагревания дается от 30 до 90 мин. и устанавливается опытным путем для каждой конструкции каркаса.

К недостаткам рефлекторных нагревателей следует отнести неравномерность температуры при прогреве каркаса больших сечений, например при прогреве каркаса крыла нагреватель устанавливается на верхние элементы каркаса, которые будут значительно больше нагреваться, чем нижние элементы.



Фиг. 56. Рефлекторный нагреватель.



Фиг. 57. Рефлекторный нагреватель для прогрева клеевых соединений, установленный на каркасе крыла.

Рефлекторные нагреватели изготавливаются и тарируются в мастерской электронагревателей и маркируются так же, как и контактные электронагреватели.

Нагрев деталей в камерах. Заготовки и детали, склеиваемые смоляными и казеиновыми клеями, могут нагреваться в сушильных камерах любой конструкции, обеспечивающих установленные

режимы нагрева во всем объеме, занимаемом склеиваемыми заготовками.

Камерный способ нагрева применяется при склейке деталей любых сечений, кроме плит из тонкой фанеры, склеенных казенным клеем. Эту операцию склейки при применении казенного клея следует проводить без подогрева в процессе запрессовки вследствие трудности испарения влаги из подобных изделий.

Для удобства транспортировки склеиваемых изделий необходимо иметь в цехе, где производится склейка, камеру для подогрева, по размерам соответствующую склеиваемым изделиям и производительности цеха.

Склеиваемые детали транспортируются в камеру в запрессованном состоянии вместе с прессами или зажимными приспособлениями после предварительного 10-минутного обжаривания и укладываются там таким образом, чтобы обеспечивалось лучшее омывание их воздухом, циркулирующим в камере.

Детали нагреваются при температуре воздуха по сухому термометру 60° и по смоченному термометру 50° , что соответствует относительной влажности воздуха $\phi = 58\%$. При этом допускаемые отклонения от режима должны быть не более: по температуре $\pm 5^{\circ}/\text{с}$ и по влажности воздуха $\pm 10\%$; при этом одновременно допускаются отклонения по температуре и по влажности воздуха с одинаковым знаком.

Продолжительность нагревания склеиваемых деталей и заготовок устанавливают по каждой отдельной операции склейки, руководствуясь сроками, приведенными в табл. 18.

Таблица 18

Толщина прогреваемой детали и сулги мм	Продолжительность нагревания деталей в запрессованном состоянии мин.
До 30	2 мин. на 1 мм толщины + 30 мин.
От 31 до 100	1 " » 1 мм " + 60 мин.
101 и более	0,5 " » 1 " " + 110 " но с общей продолжительностью не более 3 час.

Продолжительность нагрева деталей при применении иных режимов нагрева устанавливается заводской лабораторией опытным путем.

Нагревание склеиваемых изделий продувкой по поверхности их теплым воздухом, поступающим от калориферно-вентиляционных стационарных или переносных установок, применяется главным образом при сушке обшивок, выклеенных из тпона, а также при склейке каркасов агрегатов, крыла оперения и т. д., но в послед-

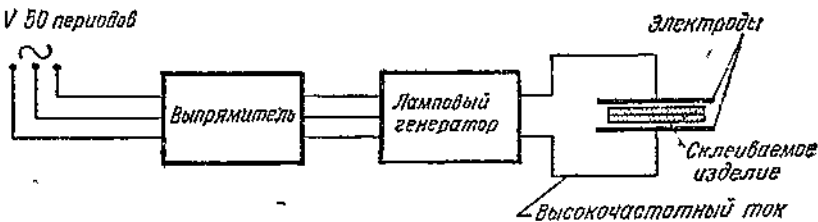
нем случае обязательным условием должна быть подача воздуха высокой влажности при относительно невысокой температуре вследствие возможности деформации каркаса из-за резкой усушки древесины. Влажность воздуха при продувке каркасов не рекомендуется устанавливать ниже 30%, а температуру воздуха — выше 60°.

Продолжительность обдувки каркаса теплым воздухом, так же как и в случае нагрева рефлекторными нагревателями, устанавливается опытным путем в зависимости от конструкции каркаса в пределах 30—90 мин.

Режимы сушки обшивок путем обдувки теплым воздухом приведены ниже, в разделе выклейки обшивок из шпона.

Прогрев токами высокой частоты. Для прогрева склеиваемых деталей применяются также токи высокой частоты. При прогреве токами высокой частоты склеиваемая деталь (или несколько деталей) помещается между металлическими пластинами — электродами, подключенными к генератору высокой частоты. Схема нагревания склеиваемых деталей дана на фиг. 58.

220 V 50 периодов



Фиг. 58. Схема нагревания склеиваемых деталей токами высокой частоты.

Обычно в верхнюю и нижнюю сулаги заделываются электроды из листового металла, к которым подводится ток от генератора по специально изолированным проводам. Электроды заделываются в сулагу на глубину 2—3 мм от поверхности прилегания сулаги к склеиваемой детали.

Сущность прогрева склеиваемых деталей токами высокой частоты заключается в следующем. Склеиваемая деталь представляет собой сложное тело, состоящее из древесины, клея и воды, т. е. из диэлектрика, полупроводника и электролита, резко меняющее свои электрические свойства по мере отвердевания клея и потери влаги. Такую сложную среду можно рассматривать как полупроводник, обладающий большим сопротивлением. Количество поглощаемой энергии определяется проводимостью данной среды, если через нее пропускать ток низкой частоты. При пропускании токов высокой частоты через склеиваемую деталь она поглощает значительно больше энергии, что объясняется не проводимостью, а диэлектрическими потерями.

Можно представить молекулы как магнитные стрелки, концы которых имеют положительный и отрицательный электрические полюса вместо магнитных. Такие стрелки-молекулы под воздей-

ствием переменного электрического поля будут периодически поворачиваться в направлении переменного поля, а механическое трение частиц молекул между собою вызовет поглощение электрической волны и превращение ее в тепло.

Следовательно, термическое действие, наблюдаемое в древесине, под воздействием электрического поля высокой частоты обуславливается, с одной стороны, проводимостью, а с другой — диэлектрическими потерями. Термический эффект будет пропорционален квадрату силы тока.

Поглощение энергии диэлектриком и перевод ее в тепло происходят тем интенсивнее, чем больше частота тока, а интенсивность процесса пропорциональна квадрату силы электрического поля.

Тепловой эффект возникает в каждой точке помещенного в поле тела, и материал будет нагреваться одновременно в каждом малом элементе объема тела.

Этот метод глубинного прогрева древесины выгодно отличается от медленных нагреваний древесины с поверхности и особенно эффективен в отношении времени и качества прогрева деталей больших сечений, как например лонжеронов, толстых бобышек и т. д.

В результате проведенной ВИАМ проверки подогрева при склейке деталей большого сечения токами высокой частоты была установлена возможность быстрой склейки их за 30—50 мин. без появления деформаций и внутренних напряжений. При этом выяснилось, что прогрев требует большого внимания и наблюдения за ним специалистов электротехников, а поэтому склейку с нагреванием изделий токами высокой частоты в серийном производстве применять нецелесообразно без автоматизации управления тепловыми процессами и без контроля за температурой в клеевых соединениях. Надо считать, что в дальнейшем при применении автоматизации подогрев токами высокой частоты при склейке деталей больших сечений будет широко применяться, так как с помощью контактных нагревателей нельзя прогревать детали больших сечений.

7. Выдержка клееных изделий перед обработкой

Выдержка склеенных без подогрева изделий перед обработкой необходима для достижения крепости клеевого соединения, близкой к крепости самого древесного материала, а также для некоторого выравнивания по сечению в склеиваемых изделиях влаги, вводимой в древесные материалы в случае склейки водным раствором казеинового клея и удаления избытка ее.

Продолжительность выдержки зависит от природы клея, свойств древесного материала, температуры воздуха и деталей, вида обработки изделия и конструкции изделия, т. е. его сечения, толщины отдельных клееных элементов и количества фуг. Поэтому сроки выдержки клееных деталей перед обработкой устанавливаются не общими для всех случаев склейки, а дифференцированно.

ными по отдельным операциям склейки для каждой детали в зависимости от вышеуказанных факторов.

В противном случае необходимо было бы ориентироваться на наиболее длительные выдержки отдельных деталей и выдержки для целого ряда деталей были бы слишком завышены, а производственный цикл их излишне удлинен, кроме того, потребовался бы большой задел деталей в производстве.

Для установления норм выдержки до обработки клееных деталей после выемки их из пресса за основу берутся следующие положения.

1) Для деталей, склеенных смоляными клеями, даются более короткие выдержки, чем для деталей, склеенных казеиновыми клеями, вследствие сравнительно небольшого содержания в смоляных клеях влаги и летучих. Особенно ощутимая разница в выдержках деталей с большим количеством фуг и склеиваемых из тонких элементов.

2) Вследствие большей плотности древесины твердых лиственных пород по сравнению с древесиной хвойных и мягких лиственных пород поглощение летучих и влаги из такого клеевого соединения и распределение влаги по сечению детали происходит медленнее, поэтому выдержки деталей, склеенных из древесины твердых пород и тонкой фанеры, устанавливаются более длительными, особенно при склейке изделий казеиновым клеем.

По этой же причине требуются еще более длительные выдержки для деталей, склеенных из облагороженной древесины.

3) Выравнивание градиента влажности по сечению и удаление избытка ее, естественно, будет тем медленнее, чем толще сечение детали и чем больше было введено в нее влаги при склейке. Поэтому клеенные казеиновым клеем детали больших сечений выдерживаются перед обработкой дольше, чем детали небольших

Таблица 19

Продолжительность выдержки до механической обработки деталей, склеенных без подогрева смоляными клеями
ВИАМ-БЗ и К-БЗ

№ по пор.	Наименование деталей и последующей обработки	Продолжительность выдержки деталей в часах до последующей обработки при температуре 16—30°
1	Для деталей из древесины и фанеры при строжке:	
	а) на станках не менее	12 — 18
	б) вручную не менее	6 — 12
2	Для деталей из дельта-древесины не менее	18 — 24
3	Для деталей из дельта-древесины в комбинации с фанерой или обычной древесной не менее	12 — 18

Продолжительность выдержки до механической обработки деталей, склеенных казеиновыми клеями В-105 и В-107 без подогрева

№ по пор.	Наименование деталей и операций склейки	Выдержка до обработки в часах при температуре от 12 до 20°	Последующая обработка
1	Планки, склеенные на-ус для полок лонжеронов и стрингеров:		Обработка на станке
	а) из древесины хвойных пород . . .	12—16	То же
	б) из древесины твердых лиственных пород	18—24	То же
2	Щитки, склеенные из планок для полок лонжеронов из древесины хвойных пород	12—18	
3	Полки лонжеронов и стрингеров, склеенные из планок и секций:		
	а) из древесины хвойных пород . . .	12—18	То же
	б) из древесины твердых лиственных пород	18—32	То же
	в) из дельта-древесины с фанерой и сосной	24—48	То же
4	Бобышки, склеенные из сосны, ели или пихты с фанерой	12—48	То же
5	Каркасы лонжеронов крыла после приклейки бобышек, диафрагм и распорок:		
	а) из древесины хвойных и лиственных пород	12—18	Строгание вручную
	б) из дельта-древесины с фанерой . .	18—24	То же
6	Фанера, склеенная на-ус	8—12	Зачистка вручную
7	Лонжерон после приклейки фанерных стенок к каркасу	8—12	Строгание кромок вручную или на станке. Обработка вручную
8	Крыло, центроплан, фюзеляж и оперение после приклейки обшивки	6—12	То же
9	Дужки шпангоутов и нервюр, склеенные из планок малых сечений толщиной 2—3 мм:		
	а) при толщине дужек до 10 мм . .	18—32	Строгание на станке или вручную
	б) при толщине дужек свыше 10 мм	24—48	То же
10	Каркасы нормальных и усиленных нервюр и шпангоутов	4—8	То же
11	Нервюры и шпангоуты после приклейки фанерных стенок	4—8	То же

сечений и с небольшим количеством муфт. В деталях, клеенных смоляными клеями, этой разницы в выдержках не будет.

4) Клеенные казеиновым клеем детали из тонких элементов выдерживаются дольше, чем детали, клеенные из более толстых элементов.

5) При высокой температуре воздуха в цехе выдержки сокращаются, а при низкой — удлиняются, особенно при склейке смоляными клеями.

6) Детали, клеенные с одновременным холодным гнутьем, рекомендуются перед обработкой выдерживать дольше.

7) Детали, подвергающиеся последующей станочной обработке, выдерживаются больше, чем подвергающиеся ручной обработке.

В табл. 19 даны общие выдержки перед обработкой изделий, клеенных смоляными клеями ВИАМ-БЗ и КБ-3. Руководствуясь данными табл. 19, и вышеизложенными положениями, сроки выдержек устанавливают дифференцированно по операциям склейки с последующим занесением в технологические карты.

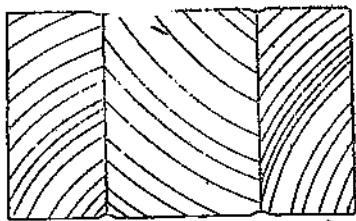
В табл. 20 дан ряд дифференцированных выдержек перед обработкой деталей и агрегатов самолета, клеенных казеиновыми клеями.

Сокращения сроков выдержек деталей перед обработкой можно достигнуть нагревом или сушкой их в сушильных камерах.

Обычно сушатся детали больших сечений, клеенные казеиновым клеем или имеющие большое количество фуг, а также клеенные из тонких элементов. Режимы сушки могут быть установлены опытным путем применительно к каждому типу деталей. При этом следует обращать внимание на то, чтобы влажность клеенных изделий после сушки была в пределах 7—12%.

Несоблюдение выдержек перед обработкой влечет за собой понижение крепости склейки и даже образование трещин, особенно при обработке на станках, когда деталь испытывает механические воздействия большой силы.

Кроме того, при чистовой строжке деталей, клеенных казеиновым клеем без предварительной выдержки, трещин может и не быть, но в дальнейшем при выравнивании влажности по всему сечению детали у клееного соединения будут образовываться выемки вследствие неравномерной усушки древесины (фиг. 59).



Фиг. 59 Схема усушки древесины около клеевых соединений в сечении клееной заготовки вследствие строжки заготовки без выдержки.

Детали, клеенные с применением электроподогрева или камерного подогрева, выдерживаются перед обработкой до охлаждения их до температуры 20—30° обычно в течение 1—3 час., если влажность их после выдержки не превышает 12% при склейке казеиновым клеем и 11% — при склейке смоляными клеями КБ-3 и ВИАМ-БЗ.

8. Методы запрессовки

Склеиваемые детали и агрегаты запрессовываются:

а) в прессах с пневматическим или гидравлическим давлением, а также винтовыми, эксцентриковыми и клиньевыми зажимами;

б) всевозможными винтовыми зажимами, струблинами, винтовыми ваймами и т. д.;

в) ваймами и хомутами с клиньевыми зажимами (при временной технологии);

г) твоздями и шурупами при приклейке обшивки и выклейке обшивки из шпона вручную.

Оснащение авиационных заводов оборудованием для склейки зависит прежде всего от характера производства, т. е. массового, серийного или опытного, индивидуального, и наличия поточности в производстве.

Для массового и серийного производства необходимо и экономически выгодно иметь стационарные механизированные прессовые установки, оборудованные подогревательными устройствами, почти для всех операций склейки, в то время как при опытном производстве обычно ограничиваются переносными зажимными приспособлениями и прессами с винтовым или клиньевым методом запрессовки.

Из стационарных прессов наиболее современными и совершенными являются прессы с пневматическим и гидравлическим давлением. В таких прессах всегда можно точно поддерживать определенное давление, равномерно распределенное по всей склеиваемой площади.

Пневматические и гидравлические прессы по способу передачи давления разделяются на шланговые, подушечные, имеющие сплошную пресскамеру в виде мешка-подушки, и цилиндровые.

При эксплуатации выяснилось, что более удобны в работе пневматические прессы. Быстрота доведения давления воздуха до нужного предела в цилиндре, шланге или пресскамере является положительным фактором пневматического пресса. При склейке в нем не требуется устройства канализационных стоков в цехе, как это имеет место при применении гидравлических прессов, кроме того, при незначительной порче шланга или соединения гидравлического пресса вытекающая вода может испортить детали.

Прессы из-за экономии производственных площадей, как правило, изготавливаются с несколькими прессовыми секциями.

Шланговые прессы по расположению секций разделяются на вертикальные (стоечные) и вращающиеся.

В шланговых прессах давление на склеиваемые заготовки или детали передается через сулагу от шланга, внутрь которого пускается сжатый воздух.

На фиг. 60 дан схематический чертеж шестисекционного вертикального пневматического шлангового пресса сварной конструкции для склейки полок лонжеронов. Этот же пресс при замене сулаг может быть использован для приклейки фанерных стенок к каркасам лонжеронов и для других подобных операций склейки.

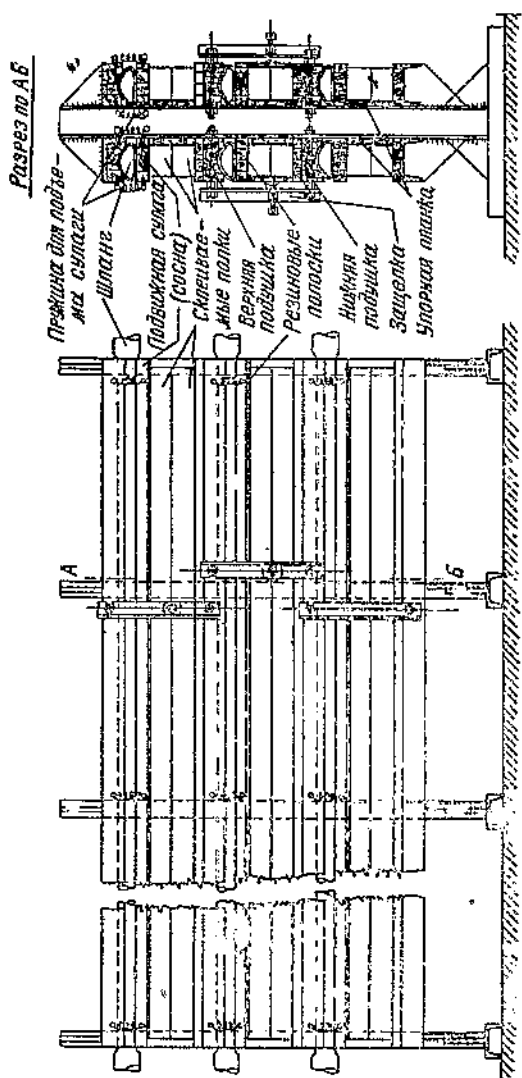
На фиг. 61, 62, и 63 показаны различные варианты запрессовок в прессовых секциях этого пресса.

На фиг. 64 показан аналогичный четырехсекционный пресс со спаренным расположением шлангов для запрессовки широких лонжеронов крыла или полок в несколько рядов. Пресс оборудован вытяжной вентиляцией в виде боковых отсосов и короба со щитками для удаления паров фенола, выделяющихся при склейке смоляными клеями.

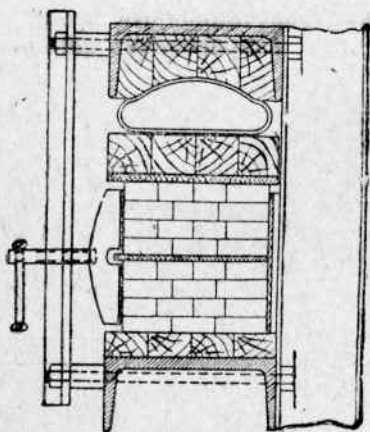
Такой пресс имеет сварную раму (станину) из фасонного железа с секциями, рассчитанными так, чтобы обеспечить склейку деталей без перекосов и деформаций.

В каждой секции имеются нижняя неподвижная и верхняя подвижная сулаги. Для более плотного и равномерного прилегания детали на верхней подвижной сулаге укреплены резиновые поперечные полосы для склейки деталей сплошного сечения, которые заменяются при приклейке фанеры к каркасам сплошной листовой резиной 8—10 мм. Для устранения приклейки деталей к сулаге поверхность нижней сулаги покрывается оцинкованным железом или нержавеющей сталью.

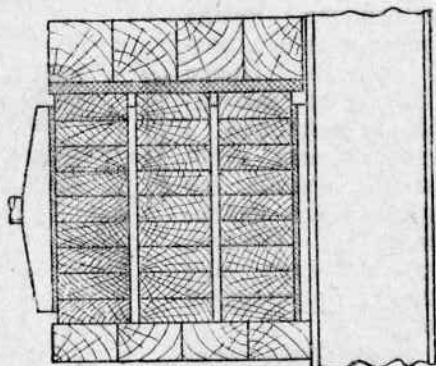
Напорные прорезиненные рукава (шланги) располагаются в каждой секции всегда сверху, между верхней плитой и подвижной сулагой так, чтобы при запрессовке шланги не заливались клеем. Верхние сулаги крепятся на пружинах, которыми они поднимаются



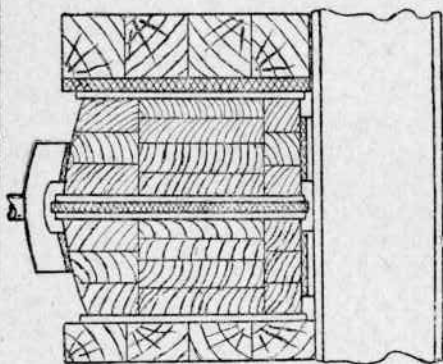
Фиг. 60. Шестисекционный пневматический шланговый пресс с вертикальным расположением секций для склейки полок лонжеронов.



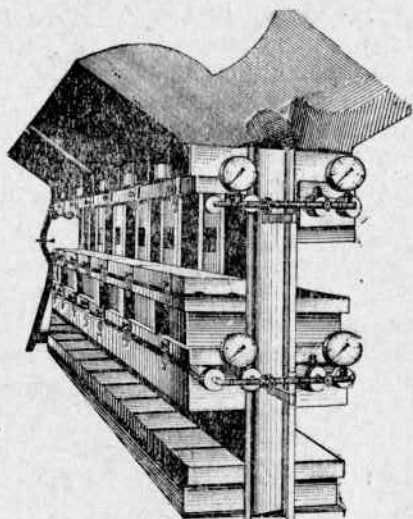
Фиг. 61. Схема одновременной запрессовки в одной секции прессы двух заготовок для полок большого сечения.



Фиг. 62. Схема одновременной запрессовки заготовок для полок в три ряда в одной секции прессы.



Фиг. 63. Схема одновременной фанеровки двух каркасов лонжеронов в одной секции прессы.



Фиг. 64. Вертикальный пневматический пресс со спаренными шлангами для фанеровки широких лонжеронов или одновременной склейки заготовок полок в несколько рядов (вид спереди). Пресс оборудован вытяжным устройством для удаления паров фенола.

при распрессовке после выпуска воздуха из шлангов, позволяя вынимать свободно склеенные детали и закладывать новые.

Напорные рукава помещаются в углублениях верхней деревянной плиты, имеющих закругленные края, что исключает сдвиг рукавов во время запрессовки и предохраняет их от быстрого износа.

Расстояние между верхней плитой и подвижной сулатой в рабочем состоянии (в запрессованном виде) таково, что ширина соприкосновения шлангов с сулатой обычно соответствует ширине склеиваемых деталей, что позволяет держать в шлангах удельное давление 2—4 ат, вследствие чего срок службы шлангов весьма продолжителен и не требуется большой мощности компрессорной установки.

Для достижения правильного положения склеиваемых деталей в секции и устранения сдвига элементов при запрессовке служат боковые защелки с винтовым прижимом и вертикальные боковые упорные планки с резиновыми полосками.

Для определения давления воздуха в шлангах на каждую секцию устанавливается манометр, впускной и выпускной краны, что позволяет запрессовывать самостоятельно в каждой секции пресса.

Удельное давление в шлангах пневматических и гидравлических прессов определяется по показаниям манометра.

Необходимое давление в шланге любого прессы можно определить по формуле

$$P = \frac{Fq}{aln},$$

где P — удельное давление в шланге в кг/см^2 ;

F — площадь склейки детали;

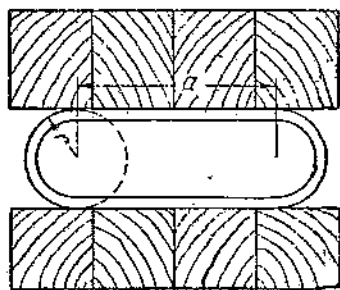
q — необходимое давление в кг/см^2 площади склейки;

a — ширина соприкосновения шланга с сулатой в см ;

l — длина шланга в см ;

n — количество шлангов в одной секции.

Ширину соприкосновения шланга с сулатой в запрессованном состоянии можно определить простым замером или расчетом по схеме фиг. 65. В случае, если верхняя плита будет без выемки для шланга и шланг зажимается между двумя плоскостями (верхней подушки и сулаты), тогда расчет проводится по формуле



Фиг. 65. Схема сечения шланга в запрессованном состоянии между двумя плоскими сулатами.

$$a = \pi(R - r),$$

где a — ширина соприкосновения шланга с сулатой;

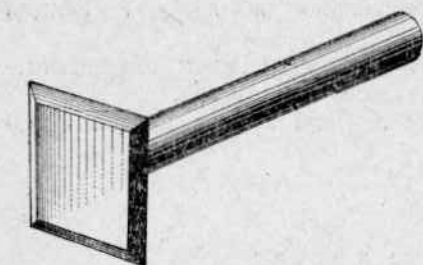
R — радиус шланга по наружному диаметру;

r — половина расстояния между сулагой и подушкой в рабочем состоянии пресса под давлением.

Полки лонжеронов в описанных прессах склеиваются следующим образом. После нанесения клея собранная полка укладывается в одну из секций пресса на нижнюю сулагу, предварительно покрытую металлической прокладкой (стальной, из оцинкованного железа или дуралюминовой). Прокладка исключает возможность приклейки полок к сулаге и устраняет загрязнение пресса вытекающими подтеками клея. При одновременной запрессовке нескольких полок между каждой полкой прокладываются такие прокладки металлические или из листовой резины толщиной 3—5 мм.

При приклейке фанерных стенок к секциям с применением контактных электронагревателей нагреватели укладываются между прокладками и приклеиваемой фанерой. Можно также их заделывать вблизи поверхности сулаг.

После заполнения секции собранными полками боковые защелки замыкаются, и винтовыми прижимами устанавливается



Фиг. 66. Скребок для удаления подтеков клея с поверхности клееных заготовок полок и щитков.

правильное положение элементов полки, затем открывается кран, через который воздух подается в шланги. Все время ведется наблюдение за показаниями манометра и равномерностью обжима резиновых полосок, прикрепленных к подвижной сулаге. В момент получения требуемого давления кран закрывают, а склеиваемые изделия оставляют под давлением.

При склейке фанерных стенок с каркасом лонжерона с применением контактных электронагревателей после 10—15-минутного обжата включают нагреватели под напряжение, силу тока проверяют по амперметру, установленному на щитке управления пресса. Наблюдение за температурой подогрева ведется по пирометру, установленному на щитке. По истечении установленного времени подогрева и достижении необходимой температуры нагреватель выключается.

За давлением воздуха в шлангах наблюдают периодически. Подающий и спускной краны должны быть плотно закрыты, так как нередко из-за неисправности спускного крана давление в шлангах быстро падает.

После установленной выдержки склеиваемых деталей под давлением открывается спускной кран, воздух выходит из шлангов, верхняя сулага поднимается пружинами или амортизационным шнуром и склеенные изделия освобождаются.

Вынимать из пресса детали нужно аккуратно, не прибегая к резким механическим воздействиям, так как в это время крепость

клеевого соединения еще продолжает нарастать, особенно если склейка производилась без подогрева.

После выемки из пресса детали очищают от крупных подтеков клея и укладывают на сухие прокладки штабелем.

Подтеки клея удаляются для того, чтобы предохранить при дальнейшей обработке режущий инструмент от затупления. Подтеки клея хорошо удалять скребком (фиг. 66).

Иногда рамы прессов изготовляют из деревянных брусьев, скрепленных болтами, но следует отметить, что деревянные станины менее надежны, чем сварные металлические. Со временем брусья расшатываются в местах скреплений вследствие смятия древесины болтами, и прямой угол между продольными брусьями и вертикальными стойками изменяется, что влечет за собой перекос склеиваемых деталей при запрессовке и вызывает брак клееных изделий. Поэтому для склейки лонжеронов и других подобных деталей нужно рекомендовать пневматические прессы с металлическими рамами.

Для фанеровки каркасов, коротких и широких деталей типа нервюр можно рекомендовать шестисекционный шланговый пресс (фиг. 67).

Для приклейки фанеры к каркасам более широких деталей, как шпангоуты и рамы фюзеляжа, изготовляются этажерочные прессы по схеме (фиг. 68). Пресс имеет три яруса, а вместо ряда шлангов между нижней неподвижной деревянной плитой и подвижной сулагой укреплены пресскамеры из прорезиненной материи (резиновые мешки-подушки), в которые пускается сжатый воздух.

Давление воздуха в таких пресскамерах дается небольшое, так как площадь пресскамеры, соприкасающаяся с сулагой, обычно в несколько раз больше площади склейки деталей, склеиваемых в этих прессах.

В таких прессах каркасы деталей фанеруются нередко без выемки из плазов, в которых они собирались. В этом случае плазы изготовляются с таким расчетом, чтобы элементы каркаса выступали над боковыми упорами плаза. Плазы не должны иметь коробления, и толщина их должна строго выдерживаться по всей площади плаза.

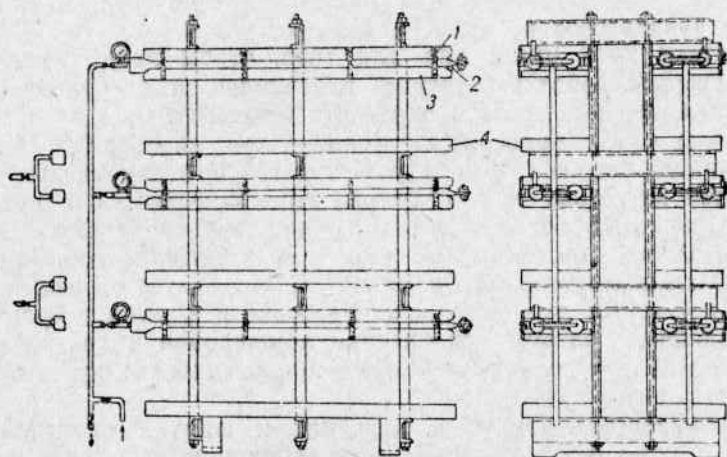
При наборе комплекта фанеруемых деталей между ними следует прокладывать листовую резину толщиной 3—4 мм; это способствует равномерному прилеганию фанеры по всей площади каркаса.

Кроме вертикальных стоечных прессов иногда применяются шланговые прессы с веерным расположением секций, которые могут вращаться.

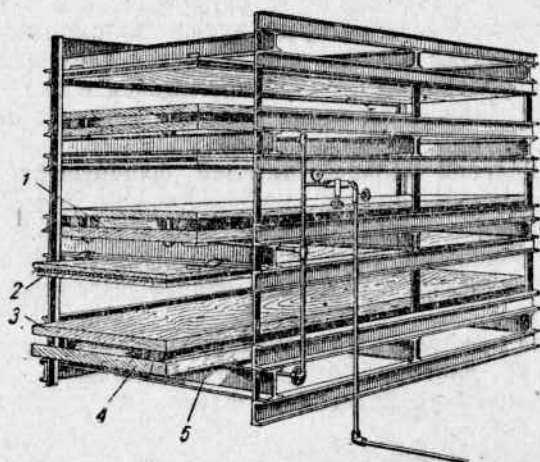
В таком прессе можно запрессовывать одновременно в двух секциях с обеих сторон пресса, т. е. так же, как и в вертикальных стоечных прессах.

После запрессовки в одной паре секций пресс поворачивают, закрепляют раму и запрессовывают в следующей паре секций.

Следует заметить, что веерные вращающиеся прессы хотя и дают не меньшую производительность, чем стоечные, но неудобны



Фиг. 67. Шестисекционный шланговый пресс для фанеровки каркасов нервюр.
1 — пружина; 2 — напорный шланг; 3 — подвижная сулага; 4 — верхняя опорная балка.



Фиг. 68. Пневматический подушечный пресс для фанеровки каркасов шпангоутов и рам фюзеляжа.
1 — пресскамера в виде подушки из прорезиненной ткани; 2 — верхняя неподвижная сулага; 3 — нижняя подвижная сулага; 4 — нижняя неподвижная сулага; 5 — рама пресса.

для склейки широких деталей (фанеровка лонжеронов, нервюр и шпангоутов), кроме того, шланги у них сильно заливаются клеем.

Склею широких бобышек, а иногда и фанеровку лонжеронов производят в пневматических цилиндрических прессах с плунжером (фиг. 69).

Недостатком цилиндрических прессов является необходимость поддержания высокого давления внутри цилиндров до 15 атм и более, что не всегда достигается в воздушной сети без устройства специальной компрессорной установки. Кроме того, изготовление таких прессов значительно дороже шланговых или пресскамерных пневматических.

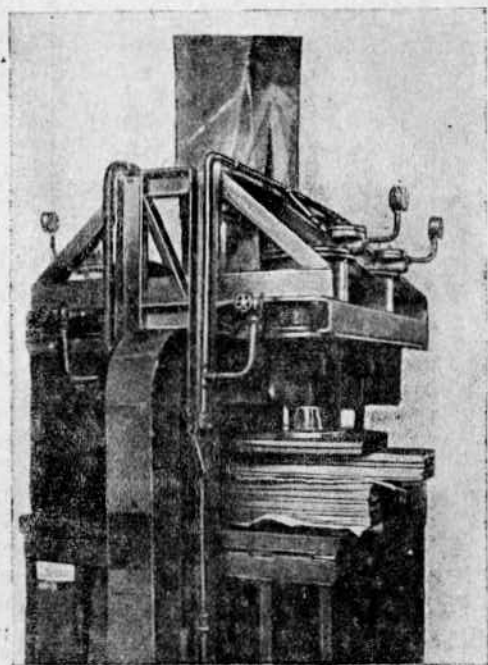
Пневматический пресс для выклейки из полос шпона обшивки фюзеляжа наиболее распространенной конструкции (фиг. 70 и 71) состоит из следующих основных частей:

1) Ванны сварной из фасонного железа с деревянной опалубкой или железобетонной, служащей матрицей пресса. Ванна имеет форму несколько большую, чем выклеиваемая обшивка. Внутри нее по поверхности помещается пресскамера из прорезиненной материи, соединенная с воздухопроводом от компрессорной установки.

2) Металлической рамы — плаза, на которую с обеих сторон укрепляется по деревянному шаблону. Шаблоны служат пуансонами, точно соответствующими по форме выклеиваемой обшивке.

Для увеличения производительности рационально изготовлять шаблоны со съемными обичайками, на которых производится выклейка обшивки. В этом случае шаблоны делают меньших размеров, чем выклеиваемая на обичайке обшивка. После запрессовки обшивка снимается с шаблона вместе с обичайкой.

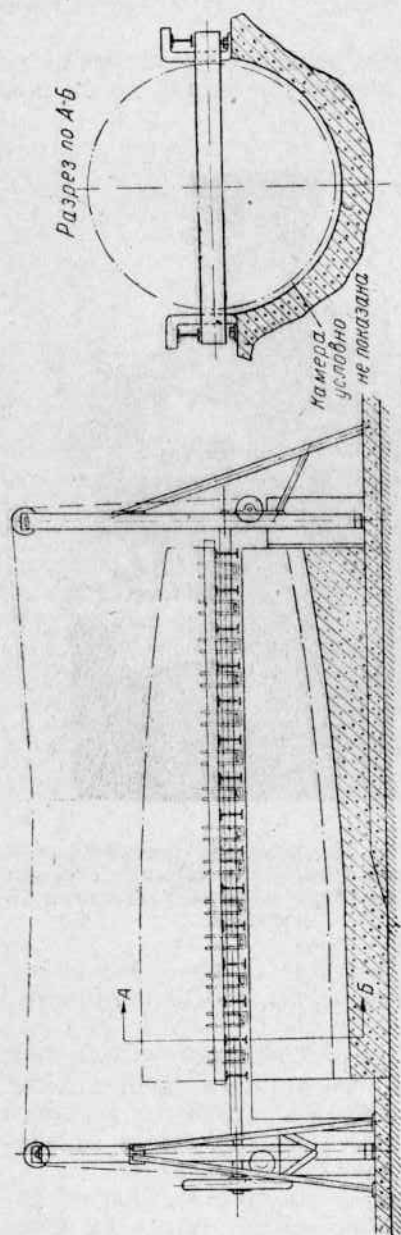
3) Системы крепления плаза к ванне, которая состоит из закладок, вставляемых в специальные металлические скобы на поперечные балки плаза, или кованой металлической гребенки, которая укрепляется на ванне специальными шарнирными соединениями (см. фиг. 49) и накидывается на поперечные балки плаза



Фиг. 69. Цилиндрический пневматический пресс для запрессовки бобышек с вентиляционным устройством для удаления паров фенола.

после его опускания на ванну. В последнее время широко применяются также шарнирные эксцентровые зажимы.

4) Пневматического подъемника, состоящего из двух цилин-



Фиг. 70. Схема пневматического пресса для выклейки из шпона обшивки фюзеляжа.

дров с плунжерами для подъема плаза вместе с укрепленными на нем двумя шаблонами; при этом плаз можно поворачивать вокруг своей продольной оси. Вследствие такого устройства можно один шаблон с выклеиваемой обшивкой держать в запрессованном состоянии, а на другой набирать обшивку.

5) Калориферно-вентиляционной установки, состоящей обычно из пластинчатого калорифера «Юнкерс» и вентилятора «Сирокко». Мощность установки зависит от температуры воздуха, при которой производится сушка, и габаритов обшивки, по поверхности которой пропускается воздух вдоль канальцев решетчатой сулагі со скоростью 7—10 м/сек.

Решетчатая сулага представляет собой обшивку, выклеенную из шпона (на том же шаблоне), на внутренней и внешней поверхностях которой укреплены продольные рейки высотой 15—18 мм с расстоянием по ширине 30—40 мм.

Калориферно-вентиляционной установкой оборудуются обычно прессы, в которых обшивки выклеиваются на казеиновом клее.

При выклейке обшивки из шпона на смоляных клеях ВИАМ-БЗ и КБ-З вместо вентиляционной установки поверхности шаблонов (пуансонов) оборудуются контактными электронагревателями из стальных лент.

6) Управление пресса сосредоточивается на специальном щитке или нескольких щитках и состоит из:

а) крана для впуска воздуха в пресскамеру и крана для выпуска воздуха;

б) манометра, показывающего давление воздуха в пресскамере;

в) крана для впуска воздуха в цилиндры подъемника и крана для выпуска;

г) выключателя тока в нагревателе, если шаблоны пресса оборудованы электроподогревом;

д) амперметра и пирометра для определения температуры на поверхности нагревателя;

е) вентиля впуска пара в калорифер и выключателя вентилятора, если пресс оборудован калориферно-вентиляционной установкой.

Выклеивание обшивок из шпона в пневматическом прессе. Выклеивание обшивок из шпона в пневматическом прессе является одной из наиболее серьезных операций склейки в авиационном производстве, поэтому процесс выклеивания обшивок описан подробно.

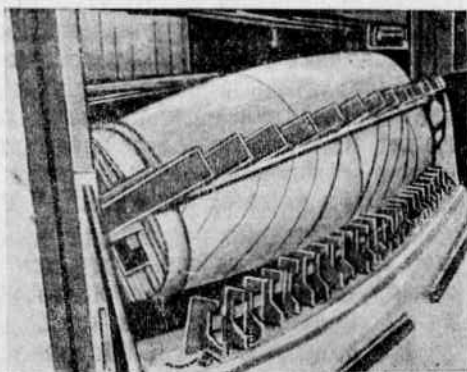
Обшивки на смоляных клеях ВИАМ-БЗ и КБ-З в пневматических прессах выклеиваются следующим образом.

Для получения обшивок хорошего качества прежде всего следует тщательно подготовить полосы шпона.

Вследствие сложной конфигурации элементов обшивки для выклейки их применяются полосы шпона различной ширины в зависимости от формы и радиуса кривизны выклеиваемого элемента. Обычно берутся полосы шпона шириной около 200 мм.

От заводов-поставщиков шпон поступает в полосах нужной ширины или в листах. Листы раскраиваются на полосы на ленточной или циркульной пиле в специальном зажимном приспособлении, без применения для сшивки гвоздей, от которых образуются трещины. При раскрое шпона, переноске его и комплектовке полос обращается внимание на предохранение шпона от разрывов.

По длине полосы шпона стыкуются внахлестку, при этом длина нахлестки должна быть не менее 15-кратной толщины стыкуемого шпона. В местах стыка шпон зачищается на шлифовальном станке так, чтобы не было утолщения, в противном случае на поверхности обшивки после склейки будут заметны выпуклости от стыков внутренних слоев шпона. После стыковки кромки полос шпона по ширине окончательно обрабатываются на фрезерном



Фиг. 71. Пневматический пресс для выклейки обшивки. Момент поворота плаза с шаблонами.

станке в зажимных шаблонах, профиль которых соответствует по чертежу каждому номеру полосы шпона. Вследствие точной фрезеровки полос шпона исключается возможность образования широких зазоров или набеганий при сборке обшивки, что позволяет избежать подрезки и подгонки шпона при сборке и сократить процесс сборки.

Во избежание наличия трещин, портящих поверхность обшивки, при комплектовке шпона необходимо подбирать на наружные слои полосы шпона без трещин, а на внутренние слои пускать полосы с трещинами, что не оказывает существенного влияния на качество обшивки.

При применении смоляных клеев ВИАМ-БЗ и КБ-3 шпон перед склейкой не увлажняется, так как повышенная влажность шпона оказывает отрицательное влияние на полимеризацию клея и на крепость склейки. Влажность шпона должна быть 7—11%.

Перед выклейкой обшивки поверхности шаблонов и гладких сулаг проверяются и подготавливаются для склейки.

Поверхность шаблона должна соответствовать форме выклеиваемой обшивки. Отклонение плавности поверхности от чертежей может вызвать нежелательную деформацию обшивки, вследствие чего в дальнейшем трудно будет достигнуть правильной подгонки обшивки к каркасу агрегата.

Во избежание прилипания выклеиваемой обшивки поверхности шаблона и сулаг периодически покрываются нитроклеем АК-20, или другими нитролаками и каждый раз перед склейкой очищаются от засохших подтеков клея.

На подготовленную поверхность шаблона выкладываются полосы шпона первого слоя в соответствии с чертежом. Обычно направление полос шпона дается под углом 45° к продольной оси шаблона, при этом допускается отклонение от заданного направления не более $\pm 5^\circ$.

Полосы шпона укладываются всегда от середины шаблона в обе стороны по намеченному для каждой полосы месту, благодаря чему достигается удобство в работе и хорошая подгонка полос.

Для плотного прилегания к поверхности шаблона полосы шпона при укладке натягиваются и концы их закрепляются обычно гвоздями с фанерными шайбами (по одному гвоздю с шайбой на каждый конец). Этот метод крепления полос шпона имеет ряд недостатков, к которым относятся длительность и неудобство забивки гвоздей, повреждение шаблона и нередко нагревательных лент, если длина полос берется без запаса.

Поэтому в последнее время ведутся работы по созданию механических способов крепления полос зажимными приспособлениями и точечной склейкой.

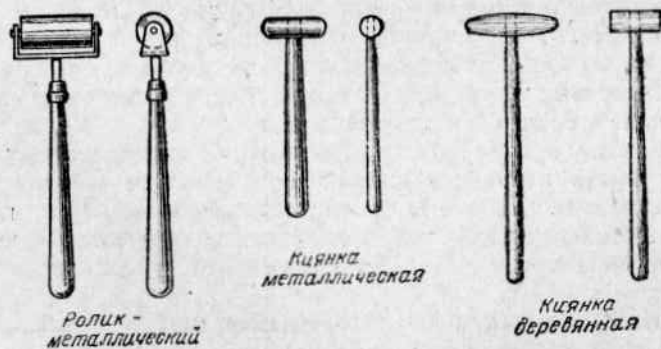
Полосы первого и всех последующих слоев шпона, за исключением наружного, укладываются по ширине не впритык, как это имеет место при склейке казенновым клеем, а с зазорами между смежными полосами в 2—3% от ширины полос. Эти зазоры нужны для того, чтобы после нанесения клея не произошло набегания

смежных полос друг на друга, так как шпон перед склейкой смоляными клеями не увлажняется, а при соприкосновении древесины с клеем она набухает, и потому полосы шпона несколько расширяются.

При выклейке обшивки клей наносится на одну сторону шпона, уложенного на шаблон.

Длительность нанесения клея на один слой шпона до соединения его с последующим слоем должна быть не более 4—6 мин., а продолжительность сборки всей обшивки, считая от начала нанесения клея на первый слой до момента запрессовки, не должна превышать 45—50 мин. на клее ВИАМ-БЗ и 1 ч. 10 м. на клее КБ-3.

Увеличение времени открытой и закрытой сборки выше установленных пределов приводит к значительному загустеванию клея до начала запрессовки, вследствие чего клеевой слой будет иметь местные утолщения и непрочейки, особенно когда температура воздуха в цехе достигает 25—30°, что часто бывает летом в жаркую погоду. Обычно за 40—50 мин. можно набрать 10—12-слойную обшивку фюзеляжа. В случае выклейки обшивок фюзеляжа из большого количества слоев шпона и невозможности проведения сборки в установленное время следует запрессовывать в два приема, при этом набранная часть обшивки после распрессовки не снимается, а на нее непосредственно накладываются остальные слои шпона. После намазки клеем первого слоя обшивки укладываются полосы шпона второго слоя в соответствии с чертежом. При укладке необходимо обращать внимание на плотность прилегания полос смежных слоев, для чего полосы шпона следует натягивать и приглаживать руками сверху вниз, а концы их закреплять гвоздями и амортизационным шнуром, натягиваемым по нижнему основанию шаблона.



Фиг. 72. Притирочные киянки и ролики.

Для притирки полос шпона рекомендуется применять металлические или деревянные киянки и ролики (фиг. 72). При притирке необходимо добиваться максимального удаления пузырьков воздуха и плотного прилегания полос шпона друг к другу. При пло-

хом прилегания полос шпона вследствие остающихся пузырьков воздуха между слоями, в готовой обшивке будет много местных непроклеек, так называемых «пузырей».

С поверхности наружного слоя шпона подтеки клея удаляются тряпками или текстильными концами, слегка пропитанными растворителем, затем на склеиваемую обшивку накладывается гладкая сулага таким образом, чтобы отметки сулагги совпадали с соответствующими отметками на шаблоне; этим достигается правильное положение сулагги на шаблоне и равномерное плотное прилегание ее всей поверхностью к обшивке. Во избежание сдвига сулага закрепляется на шаблоне резиновыми лентами или амортизационными шнурами диаметром не более 8 мм. При применении более толстых шнуров при запрессовке происходит вдавливание шнура в сулаггу и на готовой обшивке остаются отпечатки. Перед спусканием шаблона в ванну расправляются складки на поверхности пресскамеры и с нее очищается мусор. Край пресскамеры следует покрывать листовой резиной для предохранения от сильного заливания пресскамеры клеем и быстрого износа ее.

После закрепления шаблона в ванне в пресскамеру пускается воздух и доводится давление до требуемого предела. После предварительного обжима включается электронагреватель. Продолжительность прессования и режимы прогрева устанавливаются для каждой обшивки по данным табл. 17.

По истечении срока нагревания электронагреватель выключается.

По окончании прессования сжатый воздух из пресскамеры выпускается через спускной кран, открывается замыкающая гребенка и воздух пускается в цилиндры пневматического подъемника. Затем плаз поднимается, переворачивается на 180° и вновь опускается на ванну, а с поверхности шаблона снимается сначала сулага, а потом готовая обшивка.

При выклейке обшивки непосредственно на шаблоне пневматического пресса, не имеющего электронагревателя, а оборудованного калориферно-вентиляционной установкой, продолжительность запрессовки устанавливается в зависимости от температуры окружающего воздуха и удлиняется до 2—4 час. После распрессовки обшивка с поверхности продувается теплым воздухом, при этом наружная сторона обшивки прогревается обязательно на том же шаблоне, на котором она выклеивалась. При съеме обшивки с шаблона можно нарушить склейку, так как после запрессовки без подогрева клеевое соединение имеет недостаточную крепость.

При выклейке обшивки на обичайке шаблона обшивка снимается вместе с обичайкой сразу после распрессовки и направляется к месту сушки теплым воздухом.

Для равномерной обдувки на обшивку накладывается решетчатая сулага с продольными каналцами и шаблон опускается в ванну. Затем включается вентилятор, и теплый воздух через подводящий короб направляется в каналцы решетки.

Поверхности ребер решетчатой сулагги должны прилегать рав-

номерно и плотно к поверхности обшивки. Во время продувки не должно происходить деформации обшивки.

Для продувки с внутренней стороны обшивка плотно накладывается на решетчатую сулагу сверху.

Продолжительность продувки зависит от режима продувки, т. е. от температуры воздуха, скорости его движения и т. п.

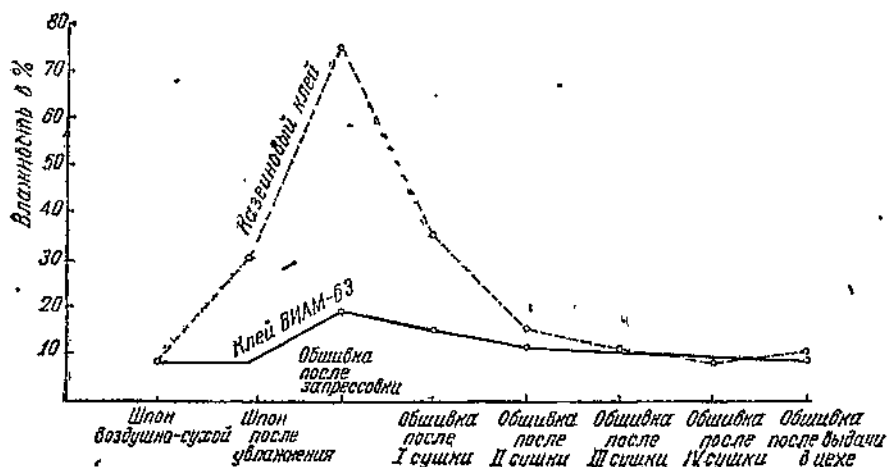
Продолжительность и примерный режим прогрева для пяти-слойной обшивки фюзеляжа длиной около 5 м, клеенной из шпона толщиной 0,5 мм, следующие.

Продолжительность продувки воздухом — 3 час. с наружной и 3 час. с внутренней стороны.

Температура входящего воздуха $50 \pm 5^\circ$.

Скорость движения воздуха при входе в решетку 7—10 м/сек.

Этот режим проверен на значительном количестве обшивок. Конечная влажность готовых обшивок, высушенных по этому режиму, находится в допустимых пределах. При сьеме обшивки были достаточно жестки и не имели деформаций, которые часто наблюдаются на обшивках, склеенных казеиновым клеем.



Фиг. 73. Кривые изменения влажности шпона и обшивок фюзеляжа в процессе их изготовления на смоляном клее ВИАМ-БЗ и на казеиновом клее.

Для прогрева более толстых обшивок времени потребуется больше. Температуру при прогреве не рекомендуется давать выше $55-60^\circ$. Термометры для наблюдения за температурой входящего в решетку воздуха устанавливаются на каждом прессе в подающем коробе.

Сушка обшивок, склеенных смоляным клеем ВИАМ-БЗ или КБ-3, сокращается на 40—50% по сравнению с сушкой обшивок, склеенных казеиновым клеем и имеющих после распрессовки до 80% влаги. Обшивки, склеенные смоляным клеем ВИАМ-БЗ или КБ-3 без подогрева, перед сушкой содержат влаги и летучих 18—22%. Такое небольшое содержание влаги и летучих объясняется применением неувлажненного шпона для слейки и сравни-

тельно незначительным содержанием воды в самих смоляных клеях.

На фиг. 73 даны характерные кривые изменения влажности обшивки при ее изготовлении на смоляном и казеиновом клеях. Из этой диаграммы наглядно видно преимущество технологического процесса изготовления обшивок на смоляных клеях даже при склейке без электроподогрева.

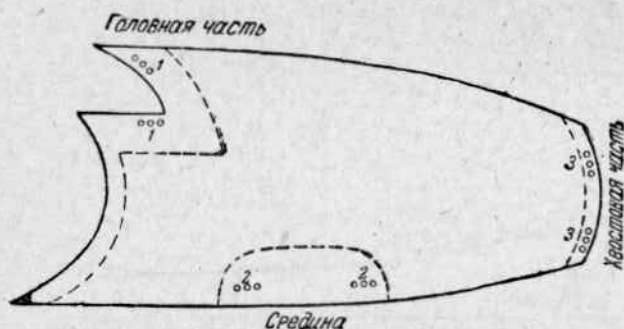
После сушки обшивка для удаления подтеков клея и получения гладкой поверхности зачищается на вогнутых и выпуклых шаблонах циклями или пневматическими дисковыми шлифовалками, затем обшивка осматривается и выявляются мелкие дефекты (непроклейки, трещины и т. д.).

Мелкие непроклейки заделываются вставками из шпона на клею ВИАМ-БЗ или КБ-3. Вставки тщательно подгоняются по месту, зачищаются, смазываются клеем и запрессовываются путем забивки гвоздей через фанерные пояски, для чего с обратной стороны исправляемого дефекта прикладываются к поверхности обшивки профильные бобышки.

На наружную поверхность накладывается контактный электронагреватель, который прижимается гвоздями. После 20—30-минутной выдержки с момента запрессовки с подогревом до 55—60°

гвозди удаляются, и вставка зачищается с поверхности циклей и наждачной бумагой.

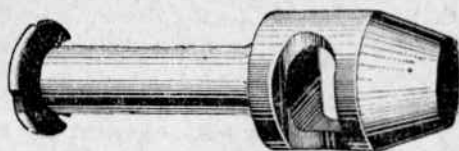
Для контроля содержания влаги и летучих веществ в готовых обшивках от каждой обшивки после сушки отбираются по три образца для определения влажности. Образцы берутся из



Фиг. 74. Схема отбора образцов из обшивки для определения влажности.

припусков в головной, хвостовой и средней частях обшивки фюзеляжа. Примерная схема отбора дана на фиг. 74.

Образцы отбираются путем высекания специальным пробоотборником круглых образцов диаметром 30—35 мм. После высечки образцы немедленно помещаются в стаканчик с притертой пробкой и сдаются в лабораторию на испытание. На фиг. 75 показан пробоотборник.



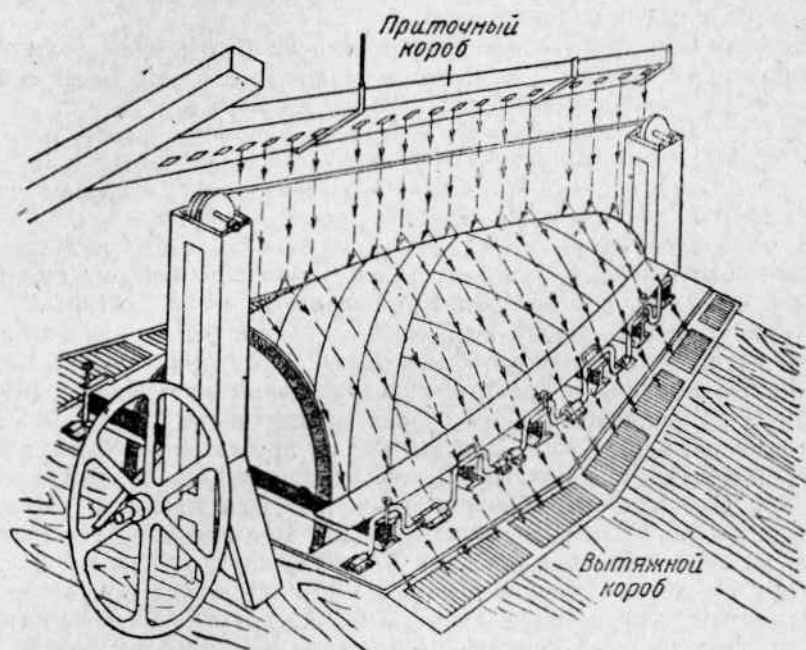
Фиг. 75. Пробоотборник для высекания из обшивки образцов на влажность.

Для удаления паров фенола от пресса при выклейке обшивок рекомендуется устраивать приточно-вытяжную вентиляцию по эски-

зу фиг. 76. Чистый воздух через отверстия приточного короба, расположенного над прессом, попадает на шаблон, на котором производится намазка клея и выклейка обшивки, омывает его и отсасывается через отверстия вытяжного короба, расположенного на уровне пола вокруг пресса.

В последнее время для выклейки обшивок на смоляных клеях разработан способ сухой горячей выклейки обшивок. Этот способ заключается в следующем.

Полосы шаблона до укладки на шаблон заранее намазываются смолой ВИАМ-Б или Б без керосинового контакта и высушиваются в камерах непрерывного действия с конвейерной подачей шпона или в обычных сушильных камерах при температуре воздуха



Фиг. 76. Схема вентиляции к пневматическому прессу для выклейки обшивок.

40—50° в течение 1—2 час. Затем из этого шпона на шаблоне набирается обшивка обычным способом. При наборе смежные полосы шпона во всех слоях укладываются впритык без зазоров и набеганий. Набранная обшивка покрывается гладкой сулагой и запрессовывается в пневматическом прессе под давлением 4—6 кг/см² (лучше 6 кг/см²).

Нагрев в прессе производится сначала до температуры 80—85°, при которой выдерживается в течение 10—20 мин. в зависимости от толщины обшивки; после этого температура поднимается до 120—130° в течение 20—40 мин.

После распрессовки снятая с шаблона обшивка может быть

сразу пущена в обработку (опиловку и небольшую зачистку) и ставится на каркас без какой-либо дальнейшей выдержки или подсушки.

Как видно из режимов прогрева и запрессовки, пневматический пресс для выклейки обшивок сухим горячим способом требует следующих конструктивных изменений.

Пуансон пресса (шаблон), на котором набирается обшивка, необходимо оборудовать более мощным электронагревателем с возможным нагревом поверхности шаблона до температуры порядка 120—130°. Для предохранения от перегрева деревянной опалубки шаблона под нагреватель закладывается прокладка из асбестовой ткани или из листового асбеста. Такой же слой асбеста закладывается внутрь сулуги, для того чтобы изолировать пресскамеру от воздействия высоких температур.

Пресскамеру желательно изготовлять из более прочного и термостойкого материала, с тем, чтобы можно было при повышенной температуре доводить давление воздуха до 5—6 атм.

При выклейке обшивки сухим горячим способом можно изготовить пресс с точно подогнанными друг к другу пуансоном и матрицей. Поверхность пуансона можно обогреть пропусканием пара через трубки, расположенные в наружном слое пуансона.

В последнее время получены достаточно хорошие результаты по выклейке обшивок из шпона сухим горячим способом на карбамидной смоле М с добавлением в нее отвердителя 1—1,5%.

Сухой горячий способ выклейки имеет большие перспективы применения его в серийном производстве, несмотря даже на необходимость введения некоторых конструктивных изменений существующего оборудования, и имеет ряд преимуществ. При этом способе обшивки сразу же после выемки из пресса могут быть пущены в обработку, так как влажность их при выемке не превышает 9—10%. Поверхности обшивок не заливаются клеем, и поэтому требуется незначительная обработка их. Вес обшивки снижается ввиду меньшего расхода клея (на 30—40%) по сравнению с расходом при выклейке обшивок жидким клеем. Обшивка более термостойка вследствие добавки к смоле небольшого количества отвердителя. При наборе обшивки достигается большая чистота в работе.

В авиационной промышленности может также завоевать будущность способ выклейки обшивок из шпона с применением в качестве склеивающего материала клеевой пленки (бумаги, пропитанной специальной фенольно-формальдегидной смолой). При склейке пленкой полосы шпона укладываются слоями. Хорошие результаты склейки обшивок были получены при температуре запрессовки 100—110°.

Выклейка обшивки на казеиновом клее в пневматическом прессе. Выклейка обшивки на казеиновом клее имеет на заводах еще широкое применение.

Раскрой и заготовка полос шпона производятся так же, как и в случае выклейки обшивок на смоляных клеях, но подготовка шпона и склейка имеют ряд существенных особенностей.

Полосы шпона перед выклейкой увлажняются до 20—30% путем протирания мокрыми щетками с обеих сторон или пропусканием между вальцами, обтянутыми войлоком, смачивающимся водой из ванны.

Шпон увлажняется для придания пластичности волокнам древесины и для расширения полос шпона до предельной ширины от разбухания, чтобы в дальнейшем после намазки водным раствором казеинового клея шпон не расширялся и при запрессовке не происходило набегания кромок смежных полос шпона друг на друга.

Во всех слоях полосы шпона укладываются на шаблоне по ширине впритык, за исключением наружного, в котором полосы укладываются внахлестку кромок на 5—8 мм.

Продолжительность набора шпона, хотя и увлажненного, должна быть не более 40—50 мин., в противном случае не исключена возможность затвердевания клея до момента запрессовки.

Продолжительность выдержки обшивки под давлением достаточно 1—1,5 часа. После этого дальнейшего нарастания крепости клеевого соединения без удаления влаги происходить не будет, поэтому следует обязательно применить сушку обдувкой теплым воздухом от калориферно-вентиляционной установки или в сушильной камере для удаления избытка влаги из склеенной обшивки и доведения содержания ее от 70—80 до 8—12%.

Примерный режим сушки обдувкой теплым воздухом пятислойной обшивки, выклеенной из 0,5-мм шпона, дан в табл. 21.

Таблица 21

Этапы сушки.	Продолжительность сушки	Температура входящего воздуха
	часы	°C
С наружной стороны	1,5	50—60
С внутренней »	1,5	50—60
» » »	1,5	60—70
» » »	1,5	60—70

Если выклейка обшивки производилась на шаблоне с обичайкой, то обшивка снимается вместе с обичайкой и может сушиться вне прессы на специально оборудованном для этой цели шаблоне с подводкой теплого воздуха от калориферно-вентиляционной установки.

Обшивка может также сушиться и в обыкновенных сушильных камерах. В этом случае ее нужно снимать с обичайки или шаблона, на котором она выклеивалась, после 3—4 час. открытой выдержки (в распрессованном состоянии) во избежание нарушения крепости клеевого соединения, которое при распрессовке являет-

ся еще недостаточно отвердевшим. Однако обшивку больших толщин (порядка 7—10 мм) можно снимать с шаблонов тотчас после распрессовки (без выдержки в свободном состоянии), но при помощи механизированного приспособления, обеспечивающего сохранение формы обшивки в момент съема и без повреждения еще недостаточно затвердевших клеевых прослоек.

После выдержки в открытом состоянии обшивка снимается с шаблона или обичайки и помещается на решетку, поверхность которой соответствует конфигурации обшивки.

Обшивка жестко закрепляется на решетке при помощи металлических лент или гвоздями через фанерные пояски и выдерживается в помещении цеха не менее 3—4 час., если обшивка снималась с шаблона или обичайки после 3—4-часовой выдержки на них, и 8—10 час., если обшивка снята с шаблона тотчас после распрессовки. После выдержки в помещении обшивка транспортируется в камеру вместе с решеткой.

Обшивки сушатся по специально установленным опытным путем режимам сушки, при этом учитываются толщина и количество слоев шпона в обшивке.

В табл. 22 дан режим сушки обшивки, выклеенной из 10—12 слоев шпона толщиной 0,5 мм в сушильных камерах типа ВИАМ.

Режим сушки может быть применен для аналогичных сушилок, имеющих мощную равномерную циркуляцию воздуха.

В процессе сушки обшивок необходимо через каждые 3 часа менять направление движения воздуха на обратное.

Таблица 22

Этап сушки	Температура		Относительная влажность воздуха %	Длительность сушки часы
	по сухому термометру °C	по влажному термометру °C		
I	52	45	57	6
II	57	45	51	6
III	60	40	30	6
IV	64	—	—	4—6

Для сушки аналогичных обшивок в камерах других систем, имеющих менее интенсивную циркуляцию воздуха, может быть рекомендован режим, приведенный в табл. 23.

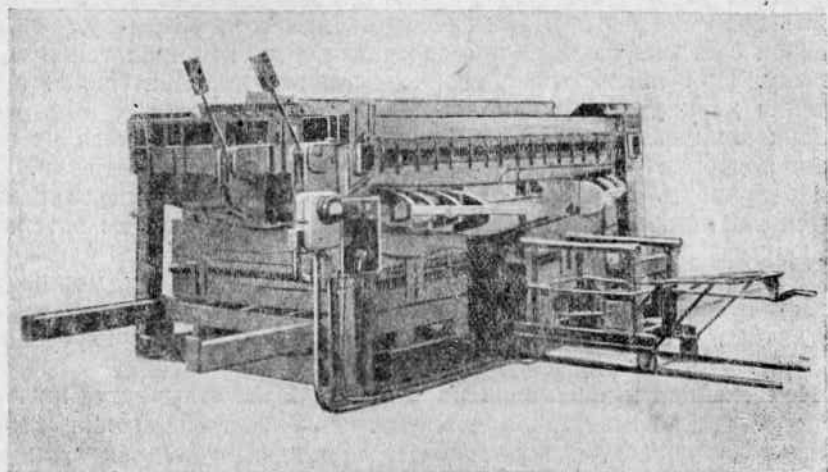
Таблица 23

Этап сушки	Температура		Относительная влажность воздуха %	Продолжительность сушки часы
	по сухому термометру °C	по влажному термометру °C		
I	63	55	66	6
II	65	52	50	6
III	69	47	30	10—12

Для контроля за влажностью высушиваемых обшивок отбираются из припусков наиболее толстых мест обшивки образцы для определения влажности.

Фанеровка каркасов агрегатов. Одной из сложных операций склейки является фанеровка каркасов агрегатов самолета, как то: фанеровка центроплана, крыла, фюзеляжа и оперения, имеющих местами весьма сложную конфигурацию поверхности каркасов.

Наиболее совершенными прессами для приклейки обшивки к каркасам агрегатов служат пневматические прессы.



Фиг. 77. Горизонтальный пневматический пресс для приклейки плоскостной обшивки центроплана.

На фиг. 77 показан пневматический горизонтальный пресс для приклейки обшивки к средней и хвостовой частям каркаса центроплана.

Этот пресс состоит из каркаса, сваренного из фасонного железа, верхней и нижней подвижных сулаг. Верхняя сулага подвешена кверху станины пресса на пружинах. Между верхней и подвижной сулагой и крышкой пресса расположены шланги из прорезиненной материи, в которые при запрессовке пускается воздух. Верхняя подвижная сулага состоит из деревянного жесткого остова, представляющего решетку, соответствующую решетке каркаса центроплана. Снизу по решетке сулаг крепятся полоски из листовой губчатой резины толщиной 10—15 мм, обеспечивающие равномерность прижима обшивки по поверхности каркаса.

На резиновые полоски укрепляется электронагреватель, заклеенный между двумя тонкими слоями фанеры.

Управление прессом сосредоточено на щитке, на котором установлены:

- а) кран для впуска воздуха в шланги и кран для выпуска воздуха;
- б) манометр для измерения давления воздуха в шлангах;

в) пирометр для измерения температуры на поверхности электронагревателя;

г) амперметр;

д) выключатель тока.

Обшивка к каркасу приклеивается следующим образом.

Сначала проверяется по контрольным шаблонам тщательность малковки каркаса, т. е. плавность изменения формы поверхности каркаса в поперечном и продольном направлениях. Затем обшивка подгоняется к каркасу, причем на особо сложных поверхностях в лобовой части крыла рекомендуется поверхность обшивки натирать древесным углем или графитом, для того чтобы при наложении обшивки были видны отпечатки в местах прилегания ее к каркасу. При неплотной подгонке делается дополнительная пристройка каркаса к обшивке.

При приклейке обшивки к каркасу на казеиновом клее на ней после подгонки очерчиваются по трафарету места приклейки.

Поверхность обшивки между очерченными местами закрашивается защитным покрытием так, чтобы подтеки лака не затекали на поверхности склейки.

Поверхности обшивки до приклейки ее к каркасу можно не размечать по трафарету и не закрашивать в том случае, если после постановки ее на каркас она доступна для окраски ее внутренней стороны.

Подогнанная и залакированная обшивка накладывается на каркас агрегата, окончательно проверяется качество подгонки и совпадение склеиваемых поверхностей обшивки с каркасом, после чего на обшивке и каркасе ставятся одинаковые отметки, фиксирующие правильное положение обшивки на каркасе.

При приклейке обшивки смоляными клеями КБ-3 или ВИАМ-БЗ обшивку по трафарету не расчерчивают.

В качестве защитного покрытия можно применять смоляные покрытия на основе клея КБ-3 или ВИАМ-БЗ с добавлением ацетона в клей КБ-3 5 весовых частей, а в клей ВИАМ-БЗ 15 весовых частей вместо 10. При нанесении вязкость покрытия должна быть в пределах 20—30° ФЭ. Такое смоляное покрытие наносится на всю обшивку равномерным слоем и служит одновременно клеем. На каркас наносится нормальный клей, изготовленный по первой рецептуре.

При приклейке обшивки к каркасу применяется обязательно двустороннее нанесение, т. е. клей наносит на каркас и на обшивку ровным слоем и по возможности в короткий срок, учитывая большую длительность операции сборки. Намазанная клеем обшивка накладывается на каркас и закрепляется гвоздями в соответствии с отметками на обшивке и каркасе.

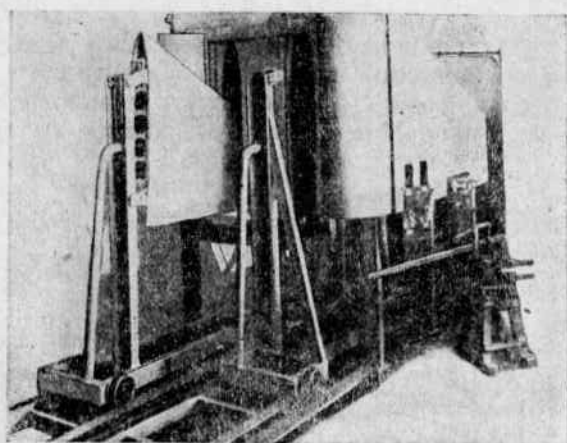
После этого центроплан закатывается в пресс вместе с тележкой (см. фиг. 77) и закрепляется специальными фиксаторами пневматического пресса. Затем поворотом ручки крана на пульте управления пускается воздух в шланги пресса. Давление воздуха в шлангах доводится до требуемой величины и выдерживается необходимое время.

При склейке с электроподогревом после предварительного 10—15-минутного обжима включается нагреватель пресса, температура его доводится до требуемого предела, затем нагреватель выключается и после 15—20-минутной выдержки под давлением производится распрессовка.

Для обеспечения возможности контроля за качеством склейки обшивки с каркасом таких агрегатов, как крыло, центроплан и оперение, средняя часть обшивки приклеивается раздельно: сначала верхняя часть, а затем нижняя. Вследствие этого после выемки из пресса можно осмотреть клеевые соединения верхней части обшивки с каркасом.

Фанерную обшивку можно приклеивать также в прессах вертикального типа (фиг. 78).

В таком прессе запрессовка производится аналогично описанной выше технологии приклейки обшивки центроплана, но агрегат помещается в пресс в вертикальном положении и запрессовка производится водой, а не воздухом.



Фиг. 78. Вертикальный гидравлический пресс для приклейки обшивки к каркасу стабилизатора.



Фиг. 79. Проверка давления при винтовой запрессовке с помощью тарированных резиновых кубиков.

на-ус и всевозможные щитки, а иногда и полки лонжеронов и их фанеровка.

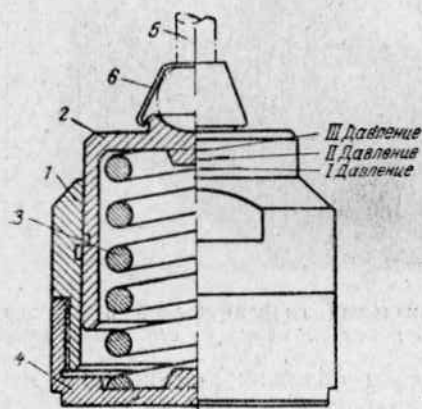
Прессы с винтовыми зажимами дают сосредоточенное давление в месте винтового зажима. Давление распределяется на клееную деталь через толстую жесткую деревянную сулагу.

Вертикальные прессы занимают меньше производственной площади, чем горизонтальные, но при выборе типа пресса для фанеровки агрегата следует учитывать конструкцию оснастки, применяемой при сборке каркаса.

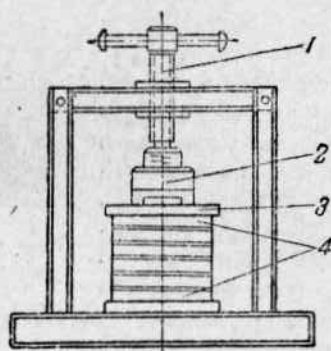
Винтовые прессы широко распространены на авиационных заводах. В них склеиваются главным образом планки и фанера

Удельное давление на склеиваемую площадь при запрессовке в винтовых прессах и винтовыми струбцинами рекомендуется определять при помощи резиновых кубиков, предварительно протарированных на испытательной машине в отношении усилия сжатия и деформации. Кубики устанавливаются по схеме фиг. 79 между шарнирной пяткой винта пресса или струбцины и сулагой, через которую передается давление на склеиваемую деталь. По замеру деформации определяется давление, передаваемое от струбцины или винта на определенный участок площади клейки.

Для установления определенного давления на площадь склейки при винтовой запрессовке и контроля за давлением в винтовых прессах можно рекомендовать специальные подкладные динамометры простейшей конструкции системы Оргавиапрома (фиг. 80).



Фиг. 80. Подкладной динамометр для измерения давления при запрессовке.

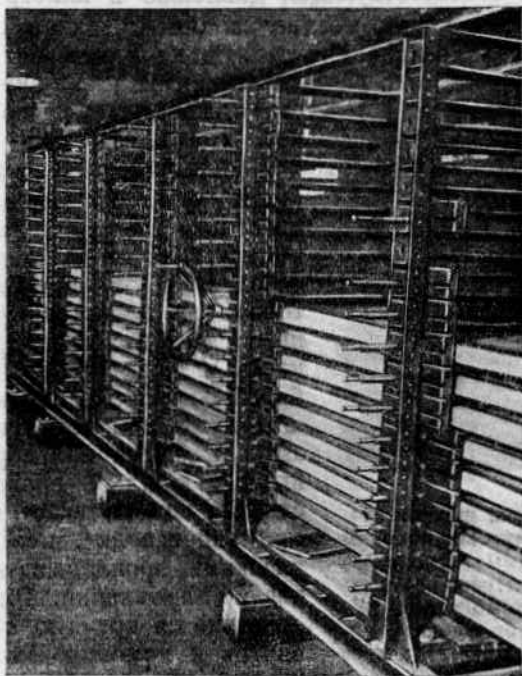


Фиг. 81. Установка подкладного динамометра в винтовом прессе для измерения давления при запрессовке.
1 — винт; 2 — динамометр; 3 — сулага; 4 — склеиваемая деталь.

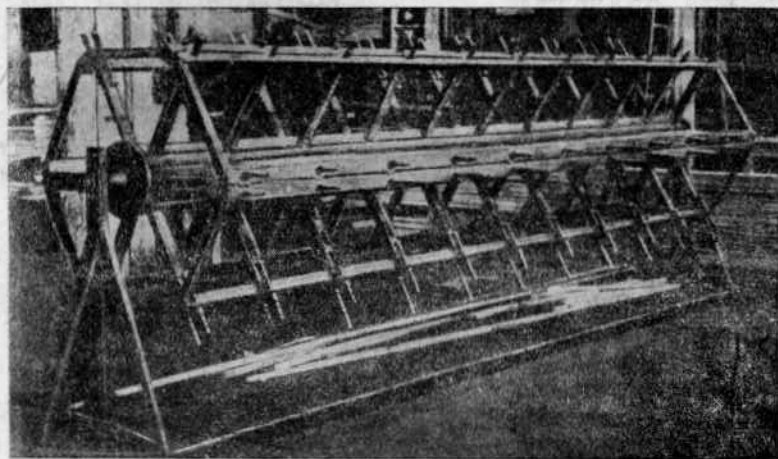
Динамометр состоит из корпуса 1, внутри которого помещены стакан 2 и пружина 3. Пружина со стаканом удерживается в корпусе при помощи основания 4, прикрепленного на резьбе к корпусу.

Выступающая (верхняя) часть стакана динамометра имеет площадку и шаровую выточку для подкладывания динамометра или крепления к пятке винта 5 пресса или струбцины. В случае крепления динамометра к винту динамометр удерживается при помощи колпачка 6.

Динамометры подкладываются под пятку винта перед запрессовкой, как показано на фиг. 81. Под действием силы, создаваемой винтами, стакан будет вдавливаться внутрь корпуса по направлению к основанию и сжимать пружину. Для замера созданного давления на стакане даны риски, позволяющие фиксировать



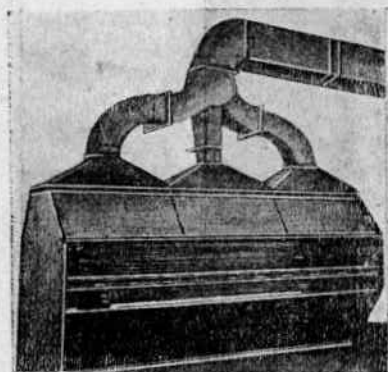
Фиг. 82 Винтовой пресс для запрессовки пла-
нок при склейке их по длине на-ус.



Фиг. 83. Восьмисекционный винтовой пресс для склейки щитков из планок
с веерным расположением прессовых секций.

положения стакана относительно корпуса. Около каждой риски выбита цифра, соответствующая давлению в килограммах.

При укреплении динамометров на пятках винтов, струбцин или прессы они при запрессовке остаются на винте, вследствие чего динамометры не нужно каждый раз подкладывать перед запрессовкой и снимать при распрессовке, что значительно упрощает работу.

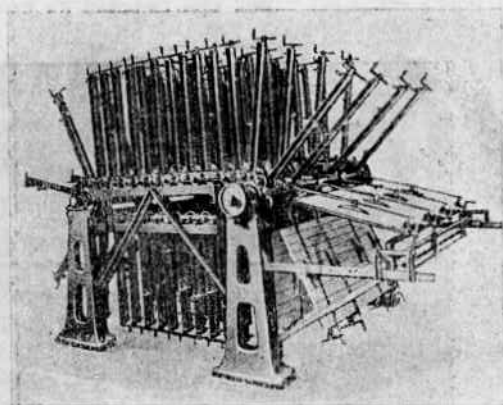


Фиг. 84. Запрессовка щитков различной длины в винтовом веерном прессе, склеиваемых смоляным клеем ВИАМ-БЗ. Пресс оборудован вытяжным устройством для удаления паров фенола.

На фиг. 83 показан высокопроизводительный восьмисекционный винтовой пресс для склейки щитков. Секции пресса расположены в виде веера на вращающейся раме.

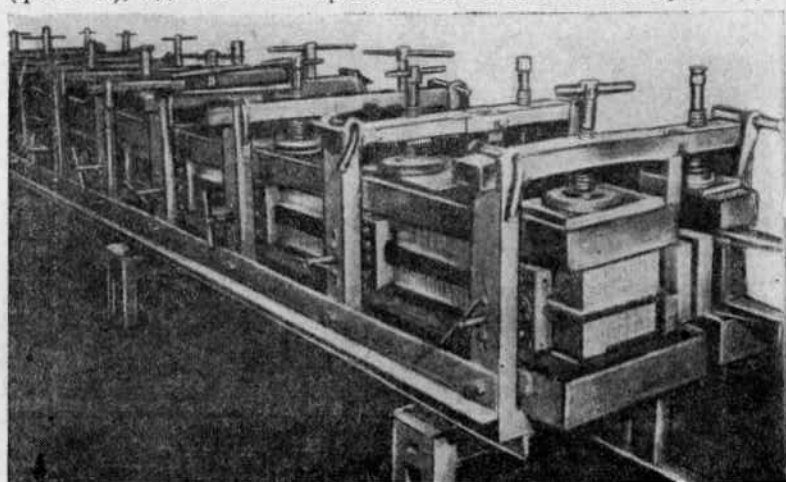
На фиг. 84 показан пресс с запрессованными в нем щитками различной длины. Щитки склеены смоляным клеем ВИАМ-БЗ. Для удаления паров фенола пресс оборудован вытяжным устройством с откидными бортами.

Весьма производительными для склейки щитков являются винтовые прессы с конвейерным расположением прессовых секций (фиг. 85), которые могут перемещаться при помощи бесконечной цепи. Длина цепи и скорость ее движения устанавливаются в зависимости от времени сборки щитка и продолжительности нахождения его в запрессованном состоянии.



Фиг. 85. Конвейерный пресс с винтовыми зажимами для склейки щитков.

Фанерные стенки к каркасам лонжеронов крыла иногда приклеивают в винтовом прессе с вертикальным расположением винтов (фиг. 86), однако этот пресс невыгоден с точки зрения рацио-

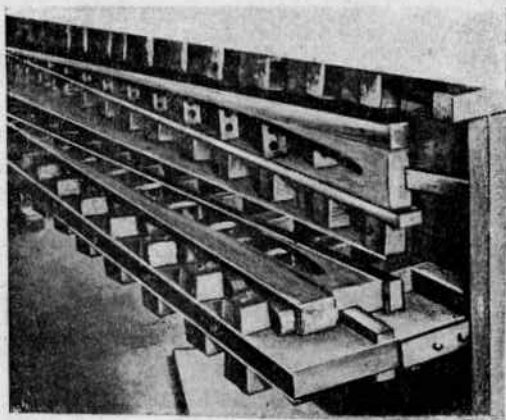


Фиг. 86. Запрессовка лонжеронов крыла при приклейке фанерных стенок в винтовом односекционном прессе.

нального использования производственной площади: пресс состоит всего лишь из одной секции, а занимает площадь, равную вертикальному многосекционному пневматическому прессу.

Прессы с клиньевыми зажимами по конструкции наиболее просты, но наименее совершенны в работе.

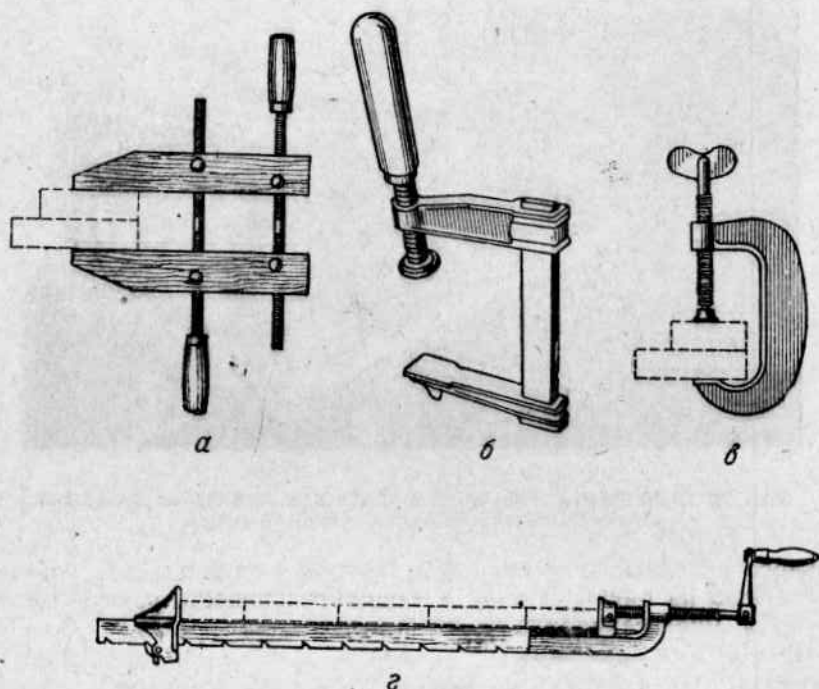
На фиг. 87 показан вращающийся пресс с клиньевыми зажимами для склейки каркасов лонжеронов. В таком прессе давление создается клиньями и передается на склеиваемую площадь через сулагу. Клинья при запрессовке заколачиваются молотком.



Фиг. 87. Вращающийся пресс с клиньевым зажимом для склейки каркасов лонжеронов.

В прессе трудно учесть величину удельного давления. При забивке клиньев нередко происходит сдвиг склеиваемых элементов детали, поэтому требуется большое внимание при запрессовке. Прессы с клиньевыми зажимами выходят из употребления и не могут быть рекомендованы для склейки авиационных деталей.

К переносным зажимным приспособлениям в первую очередь следует отнести винтовые струбцины и ваймы (фиг. 88). Ваймы служат главным образом для склейки щитков, а струбцины могут применяться для запрессовки деталей различной формы и для це-



Фиг. 88. Зажимные приспособления:
а, б и в — струбцины; г — винтовая вайма.

лого ряда сборочных операций на агрегатах самолетов.

Струбцины изготовляют деревянные и металлические. Металлические лучше обеспечивают равномерность запрессовки и служат более длительное время.

При запрессовке струбцинами следует обращать внимание на аккуратность затяжки винта, чтобы не попортить резьбы и струбцины.

Для обеспечения равномерного распределения давления по всей склеиваемой площади расстояние между струбцинами (ваймами) по длине детали дается не более 300—400 мм, кроме того, с обеих сторон детали под винты прокладываются достаточно жесткие сулаги.

Для склейки щитков иногда применяются ваймы с клиньевыми зажимами, которые, несмотря на простоту изготовления, при работе с ними требуют большой опытности и внимания.

На фиг. 89 показана запрессовка щитков в клиньевых ваймах. При такой запрессовке особенно часто получают сдвиг и пере-

кос склеиваемых элементов детали, а также непроклейки из-за неравномерности прилегания склеиваемых поверхностей, что влечет за собой брак склеенных изделий. Этот метод запрессовки является устаревшим и не рекомендуется для авиационных заводов.

Плазы с эксцентриковыми или винтовыми зажимами (фиг. 90 и 91). Плазы широко применяются для сборки каркасов нервюр и шпангоутов, секций лонжеронов и на других подобных операциях склейки.

Сборка в плазе каркаса детали ведется последовательно: сначала закладываются полки детали, которые упираются в фиксаторы плаза, затем набираются на клею внутренние элементы каркаса — стойки, раскосы и бобышки и прижимаются эксцентриковыми или винтовыми прижимами.

По окончании сборки можно сразу же в плазе производить застрожку поверхности каркаса под приклейку фанерной стенки и вести фанеровку в пневматическом прессе или с запрессовкой гвоздями.

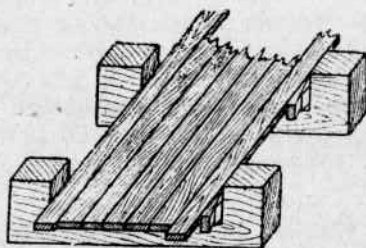
При склейке каркасов в плазах обращается особое внимание на то, чтобы поверхности плаза были хорошо покрыты нитроклеем и элементы каркаса не приклеивались к нему. Для удобства выемки склеенных каркасов в плазах под узловыми соединениями элементов каркаса иногда сверлятся отверстия, через которые каркас выдавливается из плаза.

Следует также проектировать и изготовлять деревянные плазы с металлическими фиксаторами и металлической обшивкой, что повысит точность сборки детали в плазе, увеличит сроки эксплуатации плазов и облегчит выемку склеенных деталей.

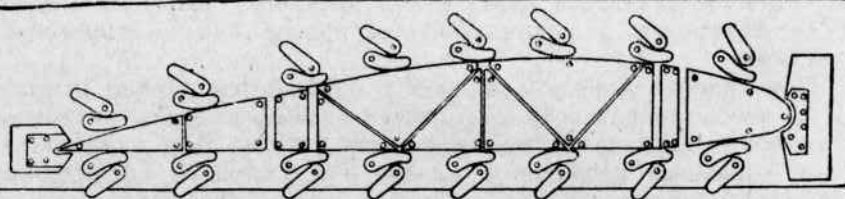
Запрессовка гвоздями и шурупами имеет ограниченное применение главным образом при приклейке обшивки к каркасам деталей и агрегатов самолета, а также при выклейке из шпона элементов обшивки при индивидуальном и малосерийном производстве.

Запрессовка гвоздями производится с оставлением гвоздей в конструкции или с последующим удалением их после склейки. В первом случае применяют гвозди горячей оцинковки с шероховатой поверхностью, увеличивающей крепость механического сцепления их с древесиной. При выдергивании оцинкованных гвоздей из древесины требуется гораздо большее усилие, чем для гладких неоцинкованных гвоздей.

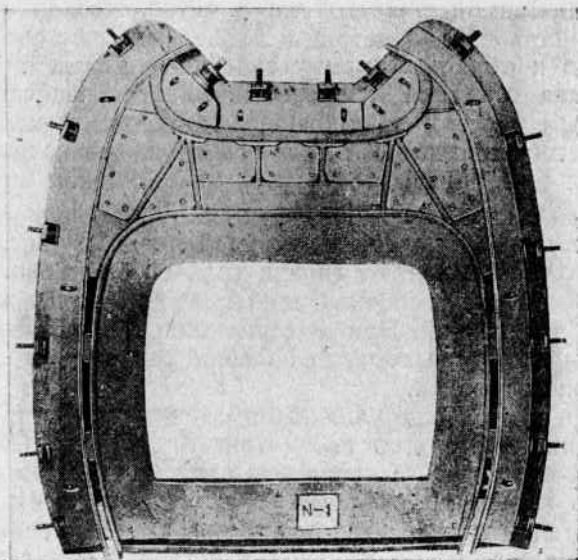
При запрессовке оцинкованными гвоздями с оставлением их в конструкции конструктор рассматривает гвозди в качестве дополнительного (к склейке) крепления обшивки. Но так можно подходить лишь к деталям, склеенным казеиновым клеем, в которых при эксплуатации от действия влаги и грибка крепость клеевых соединений может сильно понизиться и гвозди будут служить некоторым креплением. С этой целью предусматривалась обязательная прошивка гвоздями фанерных стенок с полками лонжеронов крыла и других деталей некоторых типов самолетов. Надо заметить, что надежность гвоздевых соединений весьма сомнительна и на них полагаться не следует.



Фиг. 89. Запрессовка планок при склейке в шитки в клиньевых ваймах.



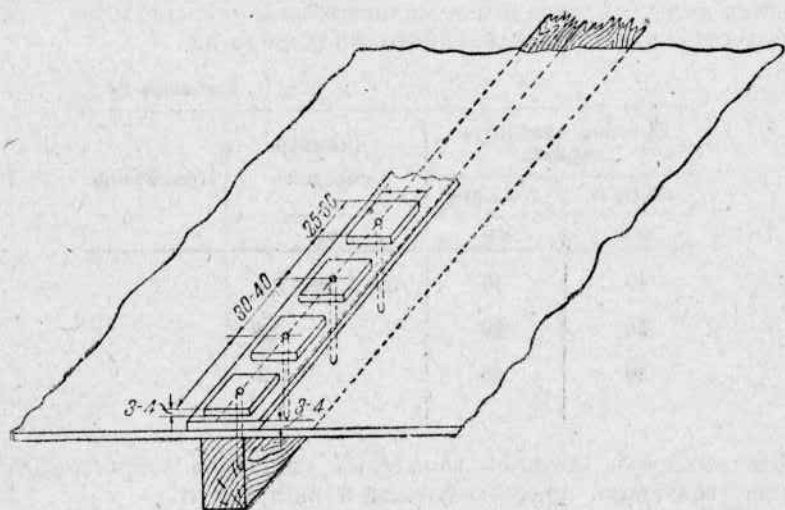
Фиг. 90. Плаз для сборки каркаса нервюры с эксцентриковыми зажимами.



Фиг. 91. Плаз для сборки каркаса шпангоута с винтовыми зажимами.

При склеивании смоляными клеями применение гвоздей в качестве дополнительного крепления в соединениях обшивки с каркасами деталей и агрегатов является совершенно излишним.

Запрессовка гладкими гвоздями при приклейке фанерной обшивки к каркасам производится через фанерные пояски и фанерные подкладки-шайбы (фиг. 92).



Фиг. 92. Способ запрессовки гвоздями при приклейке фанерной обшивки к каркасу.

Для равномерного и достаточного давления толщина фанерных поясков-сулажек и шайб должна быть 3—4 мм, а шаг гвоздей — не менее 30—40 мм. Длину гвоздей необходимо согласовывать с толщиной элементов каркаса, в которые они забиваются, и добавлять толщину обшивки, поясков и шайб. Для того чтобы гвоздь не изгибался в момент забивки и для быстроты запрессовки, гвозди забиваются заранее в фанерные шайбы на толщину шайбы.

При выборе толщины гвоздей обращается внимание на ширину элементов каркаса, чтобы при забивке не происходило раскалывания. Обычно применяются гвозди толщиной 1,5—2,0 мм.

Для различных сечений элементов каркаса могут быть рекомендованы гвозди (табл. 24), при применении которых не происходит раскалывания древесины сосны и других хвойных пород.

При приклейке толстой фанерной обшивки толщиной более 3 мм гвозди можно забивать только через фанерные пояски без шайб, при этом следует учитывать, что к каркасу из тонких элементов с криволинейной поверхностью склейки нельзя припрессовать жесткую обшивку толщиной 5—6 мм и более.

При гвоздевой запрессовке давление создается путем пробивания гвоздями нескольких или всех слоев шпона обшивки через фанерные полосы (сулажки), снимаемые после выдержки. Этот ме-

тод не требует сложного оборудования, но трудоемок и длителен. Кроме того, качество обшивки получается несколько ниже, чем при выклейке обшивки в пневматическом прессе. В обшивке при гвоздевой запрессовке остается много отверстий от гвоздей, имеются мелкие непроклейки и поверхность получается менее гладкой. Поэтому выклейка обшивки вручную с запрессовкой гвоздями применяется только в опытном и малосерийном производстве и не рекомендуется для крупносерийного производства.

Таблица 24

Сечение элементов каркаса		Диаметр гвоздей	Примечание
ширина	толщина		
мм	мм	мм	
10	10	Не более 1,4	
20	20	» 1,8	
30	20	» 2,3	

Для выклейки обшивок гвоздевым способом запрессовки требуются следующие приспособления и инструмент.

1) Шаблоны.

2) Фанерные полосы-сулажки, изготавливаемые из 3-мм фанеры с направлением волокон рубашки под углом 45° к длине сулажки. Ширина сулажек соответствует ширине полос шпона, из которых выклеивается обшивка. Сулажки снаружи оклеиваются миткалем и прокрашиваются два-три раза нитроклеем АК-20.

3) Фанерные подкладки-шайбы размером 25×25 мм из 3—4-мм фанеры применяются для увеличения площади шляпки гвоздя. Гвозди диаметром 1,2—1,5 мм и длиной 25—30 мм забиваются в шайбы заранее.

4) Притирочные молотки для притирки шпона по очертаниям шаблона.

5) Стамески и ножницы для подрезки кромок смежных полос шпона.

6) Гвоздодер для выдергивания гвоздей.

7) Цикли для зачистки обшивки и удаления подтеков клея.

Полосы шпона для ручной выклейки заготавливаются так же, как и для выклейки обшивки в пневматических прессах.

При выклейке обшивки на казеиновом клее полосы шпона перед выклейкой увлажняются до 20—35%, а при выклейке на смоляном клее ВИАМ-БЗ или КБ-3 шпон применяется воздушно-сухой с влажностью 7—11%.

Подготовка поверхности шаблона для выклейки обшивки с гвоздевой запрессовкой аналогична подготовке для выклейки обшивки с пневматической запрессовкой, но иногда во избежание сильного затекания клеем шаблон покрывается слоем бумаги.

При гвоздевой запрессовке можно запрессовывать послойно или одновременно все слои.

При послойной запрессовке на поверхность шаблона сначала накладывается первый слой полос шпона, концы которых закрепляются гвоздями, после этого шпон покрывается клеем по отдельным участкам. На покрытые клеем участки накладываются полосы следующего слоя шпона и протираются молотком. При накладке шпона соблюдается открытая пропитка в соответствии с тем, какой клей применяется для выклейки. Вдоль полос верхнего слоя шпона накладываются фанерные сулажки, сквозь которые прибиваются гвозди с фанерными шайбами.

Гвозди с шайбами располагаются так, чтобы шайбы соприкасались друг с другом в шахматном порядке. После забивки гвоздей проверяется плотность прижатия шайб путем поворачивания их рукой. В тех случаях, когда гвозди попадают в отверстия, оставшиеся на шаблоне от предыдущих запрессовок, шайбы будут легко проворачиваться и их необходимо вновь прибивать гвоздями.

По окончании забивки гвоздей обшивка выдерживается под давлением.

При склейке смоляными клеями ВИАМ-БЗ и КБ-З не менее:

- а) 5 час. при температуре воздуха от 16 до 20°;
- б) 4 час. " " " " 21 до 25°;
- в) 3 час. " " " " 26 до 30°;

При склейке казеиновыми клеями не менее:

- а) 5 час. при температуре воздуха от 12 до 20°;
- б) 4 час. " " " " более 20°.

После выдержки под давлением гвозди выдергиваются гвоздодёром вместе с шайбами, сулажки снимаются и поверхности шпона зачищаются от подтеков клея циклями, а затем накладывается очередной слой и т. д.

После выдержки последнего слоя под давлением обшивка выдерживается на шаблоне в свободном состоянии (без гвоздей и сулажек) в течение тех же сроков, что и в запрессованном состоянии, зачищается циклями, снимается с шаблона и помещается на решетку для последующей выдержки ее в цехе или подсушки в камере (при выклейке обшивки на казеиновом клее) до влажности 8—11%.

Сушку обшивок, выклеенных на казеиновом клее с гвоздевой запрессовкой, можно вести в камере по режимам, рекомендованным для сушки обшивок, выклеенных в пневматическом прессе.

При выклейке обшивки за один прием набор и намазка производятся сразу, с последующей общей гвоздевой запрессовкой. При этом необходимо весь процесс от момента начала нанесения клея на первый слой до окончания забивки гвоздей проводить в течение 45—50 мин. при применении казеиновых клеев В-105 и В-107 или смоляного клея ВИАМ-БЗ; при применении клея КБ-З этот процесс может продолжаться 60—70 мин.

Во избежание расщепления шпона на чрезмерно загустевший клей удлинять процесс не следует.

Набор и запрессовка всех слоев обшивки за один прием осуществимы только при хорошей организации труда и в случае выклейки небольших элементов обшивки.

Глава V

КОНТРОЛЬ ЗА КАЧЕСТВОМ ГОТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Необходимое качество клееных деталей можно получить только при соблюдении всех условий и режимов при склеивании.

При склейке изделий должен осуществляться следующий контроль материалов, отдельных этапов технологического процесса склеивания и условий склеивания, от которых может зависеть качество клееных изделий.

Контроль материалов в соответствии с техническими условиями

1. Качества древесных материалов, поступающих в цех:
 - а) по внешнему виду; б) механических свойств; в) влажности.
2. Качества клеящих материалов до поступлений со склада в цехи:
 - а) по внешнему виду; б) физико-химических свойств компонентов; в) физико-химических свойств клеев.

Контроль клеящих материалов и клеев в клеезаготовительной мастерской

1. Компонентов смоляных клеев перед загрузкой:
 - а) по внешнему виду; б) вязкости (только смолы); в) температуры.
2. Компонентов казеиновых клеев:
 - а) по внешнему виду порошка; б) температуры воды.
3. Клеев после приготовления и при выдаче:
 - а) по внешнему виду; б) вязкости; в) температуры; г) контроль путем экспресс-испытаний связывающей способности смоляных клеев; д) контроль за использованием клея по времени.

Контроль заготовок перед склейкой

- а) по внешнему виду в отношении местных дефектов древесных материалов; б) чистоты обработки; в) плотности прилегания склеиваемых поверхностей друг к другу.

Контроль за состоянием прессов и приспособлений для склейки и электронагревательных устройств

Контроль за соблюдением режимов склейки.

1. Нанесения клея (периодический на рабочих местах):
 - а) качества клея в отношении его вязкости, температуры и сро-

ков использования; б) равномерности нанесения; в) толщины слоя и расхода клея.

2. Сборки клееных изделий (периодический на рабочих местах):

а) продолжительности открытой и закрытой пропиток.

3. Контроль запрессовки и выдержки под давлением и без давления (перед обработкой):

а) равномерности распределения давления по всему склеиваемому изделию (равномерности вытекания избытка клея), отсутствия перекоса и сдвига склеиваемых элементов; б) соблюдения норм удельного давления; в) соблюдения норм выдержки склеиваемых изделий под прессом (время начала запрессовки и выемки изделий из прессы); г) температуры и времени нагревания (при склейке с подогревом); д) соблюдения норм выдержки клееных изделий перед обработкой (времени выемки изделий из прессы и и пуска их в обработку).

Контроль за состоянием воздуха в производственных цехах

а) температуры; б) относительной влажности воздуха; в) влажности контрольных образцов, а также и деталей в случае проведения работ при повышенной или пониженной влажности воздуха.

Точки контроля применительно к склеиваемым изделиям и условиям производства разрабатываются на каждом заводе технологическим отделом и ОТК и утверждаются главным инженером завода.

Качество склейки клееных изделий в серийном производстве проверяется следующими способами:

а) осмотром клеевых соединений;

б) простукиванием;

в) специальными акустическими, или электроприборами;

г) испытанием на скалывание образцов, отбираемых из припусков клееных изделий;

д) испытанием на разрушение готовых изделий (определенный процент от серии);

е) проведением статических испытаний готовых изделий (определенный процент от серии).

Качество склейки определяется внешним осмотром клеевых соединений невооруженным глазом или через лупу, при этом непроклейки на широких площадях склейки, например, обшивки, нельзя обнаружить. Так же трудно определить качество приклейки в замкнутых изделиях, как, например, приклейки обшивки к каркасу крыла. В этом случае следует вести раздельную приклейку обшивки — сначала верхней, а затем нижней всех, или хотя бы каждого десятого изделия, с тем, чтобы можно было периодически проверять качество приклейки верхней обшивки.

Местные непроклейки — пузыри (несоединившиеся места) — в обшивках, выклеенных из шпона, и в месте приклейки обшивок к каркасам при известном навыке контролер может достаточно точно определить наслух при простукивании по обшивке специаль-

ными небольшими молоточками. В месте непрочлепки получается более резкий звук.

В последнее время для определения непрочлепок разработаны специальные приборы, из которых наиболее удачен акустический прибор, сконструированный проф. ЛЭТИ т. Соколовым при участии ряда специалистов завода им. Орджоникидзе и ВИАМ.

Этот прибор состоит из: а) вибрационного молоточка, возбуждающего вибрацию; б) иглы с мембраной, принимающей определенные вибрационные колебания; в) усилителя и г) наушников или регистрирующего устройства.

При определении непрочлепок проводят иглой по поверхности обшивки над местами приклепки ее к элементам каркаса, при этом вибрационный молоточек автоматически простукивает по обшивке и вызывает вибрацию.

Вибрационные колебания улавливаются мембраной, и звук передается через усилитель в наушники или колебания записываются регистрирующим устройством.

При проведении иглой по обшивке над местом непрочлепки через наушники слышен характерный звук.

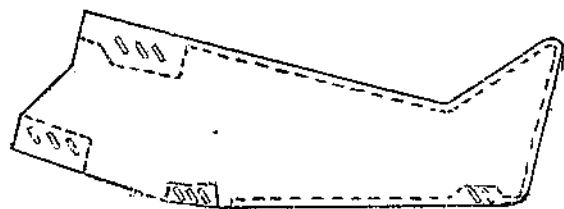
Акустический прибор Соколова может с успехом применяться при проверке качества склейки обшивки с каркасом агрегатов самолета, а также качества обшивки, выклеенной из шпона.

Менее удачным прибором для определения непрочлепок является электроприбор ВЭД специальной конструкции с роликом и гальванометром. При проверке качества склейки проводят роликом по обшивке. В месте непрочлепки стрелка гальванометра отклоняется от нормы, а прибор в этот момент начинает характерно гудеть. При испытании прибор все же показал слабую чувствительность и поэтому не может быть рекомендован для определения непрочлепок.

На операциях склейки, где затруднен последующий осмотр клеевых соединений, необходимо уделять особое внимание тща-

тельному контролю режимов склейки.

Крепость склейки ряда заготовок можно проверить путем лабораторных испытаний образцов, отбираемых из припусков в заготовках, например из мест выреза обшивки фюзеляжа для кабины пилота (фиг. 93),



Фиг 93. Схема отбора образцов на скалывание по склейке из запасов (вырезов) обшивки фюзеляжа.

из припусков в полках лонжеронов и т. д.

При испытании образцов следует руководствоваться величиной временного сопротивления скалыванию по склейке, которая при хорошем качестве склейки должна быть не менее сопротивления скалыванию самого древесного материала или близкой к ней. Кроме того, показателем является процент скалывания образца по древесине.

Весьма простой способ определения качества склейки — это разрушение стамеской обрезков от клееных изделий или целых изделий, при этом обращается внимание на характер разрушения (на процент скалывания или выдирания древесных волокон по площади склейки) и на прилагаемое при разрушении усилие. Но в этом случае следует помнить, что при разных видах сочетания склеиваемых элементов, а также при сочетании различных древесных материалов процент скалывания по материалу будет различным. При удовлетворительной склейке яласти этот процент можно принять порядка 60—100, а при склейке сосны с фанерой под различным углом волокон рубашки к волокнам сосны — не менее 50.

Наконец, последний способ — статические испытания изделий.

При статических испытаниях следует обращать внимание на характер разрушения клеевых соединений. Это иногда дает больше суждения о качестве склейки, чем разрушающая нагрузка. Например, если изделие разрушилось при нагрузке ниже требуемой по нормам, но разрушение произошло по материалу, то качество склейки может быть признано удовлетворительным.

Дефекты в клееных изделиях и их причины

Склеюку изделий можно контролировать до строжки клеенных изделий и после строжки их.

При осмотре клееных изделий до строжки обращается внимание на характер подтеков, которые образуются при вытекании избытка клея при запрессовке. При качественной запрессовке подтеки клея по всей длине фуг получают равномерными и не слишком тонкими или толстыми.

Тонкие подтеки клея указывают на то, что в момент запрессовки клей был слишком жидкий. Причиной может служить применение клея с пониженной вязкостью в момент нанесения его, проведение сборки деталей с короткой открытой и закрытой пропиткой или же нанесение слишком толстого слоя клея, при этом клей в толстом слое не успевает набрать нужной вязкости за установленное время пропитки.

Толстые подтеки клея в виде нитей или даже отдельных капель указывают на то, что в момент запрессовки клей был слишком густой вследствие нанесения очень вязкого клея или слишком затянутой открытой и закрытой пропитки.

Отсутствие подтеков клея указывает на слабое давление или нанесение густого клея, чрезмерно затянутую пропитку, или, чаще всего, на слишком тонкий слой клея с непокрытием отдельных мест.

При осмотре и проверке установленными методами контроля после строжки, а иногда и до обработки клееных изделий, например планок, стыкованных на-ус, щитков, склеенных по ширине из планок, заготовок для полок лонжеронов, набранных из планок и щитков, бобышек, каркасов лонжеронов, нервюр, шпангоутов и агрегатов самолета, могут встретиться следующие дефекты:

1) Местные непроклейки — неплотное прилегание склеиваемых поверхностей друг к другу в результате:

- а) плохой подгонки склеиваемых поверхностей;
- б) недостаточного или неравномерного давления при запрессовке;
- в) повышенной вязкости клея в момент запрессовки;
- г) нанесения слишком тонкого слоя клея.

Местные непроклейки чаще всего встречаются в местах склейки обшивки с каркасами агрегатов самолета и выявляются при помощи акустического прибора или на слух при простукивании, а также осмотром там, где это возможно.

2) Трещины по клеевому соединению, а иногда и по материалу вблизи клевого соединения чаще всего наблюдаются в клееных изделиях в результате больших внутренних напряжений, возникших вследствие:

- а) склеивания изделий из материалов с повышенной влажностью и последующей выдержки клееных изделий при низкой относительной влажности воздуха и особенно в сочетании с повышенной температурой;
- б) склеивания сильно деформированных заготовок;
- в) интенсивного и длительного подогрева склеиваемых изделий при низкой относительной влажности воздуха.

Кроме того, причинами образования трещин по клеевому соединению могут быть:

- а) несоблюдение сроков выдержки деталей под прессом или вне прессы и обработка их с большими механическими воздействиями на клеевое соединение до получения им достаточной крепости;
- б) применение клея с низкой вязкостью и сборки изделия без достаточной пропитки;

в) применение некачественного клея.

3) Голодное клеевое соединение получается вследствие:

- а) применения клея с пониженной вязкостью;
- б) склейки без достаточной открытой пропитки;
- в) применения большого давления при запрессовке;
- г) нанесения слишком тонкого слоя клея.

4) Толстая fuga (толстая клеевая прослойка) получается в результате:

- а) продолжительной открытой, а также и закрытой пропитки, особенно при повышенной температуре воздуха в цехе;
- б) нанесения клея повышенной вязкости;
- в) применения недостаточного давления при запрессовке.

5) Слабое сцепление — пониженная прочность клевого соединения — может быть в результате:

- а) применения некачественного клея (из некондиционных компонентов или неправильно приготовленного); в этом случае брак обычно носит масевый характер;
- б) склейки клеем пониженной вязкости без достаточной открытой пропитки;

в) склейки при пониженной температуре воздуха в производственных помещениях.

Слабое сцепление клея нередко сопровождается также трещинами по клеевому соединению.

б) **Пережоги** — бурый или черный цвет подтеков клея и клеевых прослоек, имеющих повышенную хрупкость и низкую прочность соединения, а также побурение или обугливание древесины в месте дефекта происходит вследствие:

а) применения нетарированных или неисправных нагревателей с высокой температурой нагрева;

б) длительного нагревания деталей при склейке с подогревом выше установленных норм времени.

В производстве наибольшее количество дефектов по склейке наблюдается обычно в обшивках, выклеенных из шпона, так как эта операция наиболее сложна.

К дефектам склейки элементов обшивки из шпона относятся:

1) Местные непрочности в виде пузырей (местные несклеивания слоев шпона).

2) Местные расслоения по склейке (неоднородная крепость склейки).

3) Зазоры между кромками полос шпона внутренних слоев.

4) Выпуклые отпечатки на поверхности обшивки от набеганий кромок полос шпона внутренних слоев.

5) Вмятины местного характера.

6) Вмятины от решетки сулаг.

7) Расхождение кромок полос шпона наружных слоев.

8) Гофр и складки.

9) Долевые трещины в наружных слоях шпона.

10) Деформация обшивки (провалы и впадины).

11) Пережоги.

Местные непрочности в виде пузырей или вздутий наиболее часто встречаются как при выклейке в пневматических прессах, так особенно при ручной выклейке с запрессовкой гвоздями. Этот дефект по внешнему виду представляет пологое вздутие на небольшом участке обшивки, в котором некоторые слои шпона не склеиваются между собой, а нижний слой отстает от лежащего выше. На фиг. 94 показана вскрытая местная непрочность — пузырь.

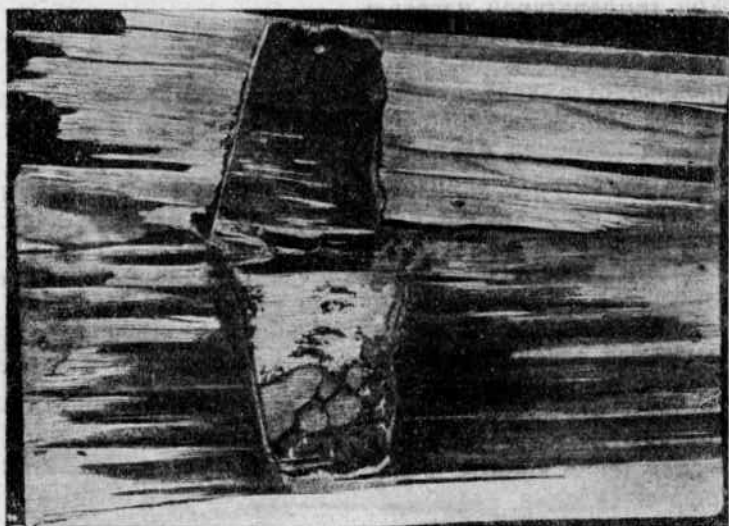
Причиной местной непрочности является плохая подгонка (притирка) полос шпона смежных слоев друг к другу при наборе обшивки, поэтому в момент запрессовки между шпоном местами остаются пузырьки воздуха, препятствующие плотному соприкосновению склеиваемых поверхностей.

Нередко местные непрочности получаются в результате плохой укладки гофрированного шпона при слабом давлении (менее 2,5—3 ат), или применения деформированной сулаг.

При неравномерной намазке особенно густым клеем могут получиться воздушные прослойки, которые всегда сопровождаются местными скоплениями клея.

При гвоздевом способе запрессовки пузыри часто получаются в результате применения слишком большого шага гвоздей или при забивке гвоздей одновременно с обоих концов полосы шпона по направлению к середине.

Местные расслоения по склейке указывают на неоднородное качество склейки и могут быть вследствие нанесения слишком жидкого клея, который в местах перерезания годовых слоев шпона сильно впитывается и поэтому не получается равномерной клеевой пленки.



Фиг. 94. Вскрытая местная непроклейка (пузырь).

Местные расслоения могут быть также от неравномерного нанесения клея и непромазки отдельных мест. При склейке казеиновым клеем этот дефект может получиться и от чрезмерного увлажнения шпона (до 40—50%) или преждевременного съема обшивки с шаблона с большими механическими воздействиями на нее.

Неоднородная крепость клеевого соединения может быть также от применения некачественного клея с низкой склеивающей способностью.

Толстые клеевые прослойки могут получаться вследствие:

- а) неравномерного нанесения клея, стекания его с выпуклых частей поверхности обшивки на более пологие места;
- б) неравномерности давления по всей площади обшивки, особенно на малых радиусах закругления;
- в) неправильной конфигурации пресскамеры и применения жесткой деформированной сулуги.

Толстые клеевые прослойки особенно нежелательны при применении смоляных клеев.

В обшивках, выклеенных на клее ВИАМ-БЗ при длительной

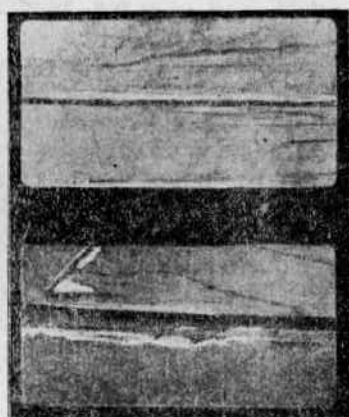
эксплуатации в условиях исключительно жаркого и сухого климата, когда температура обшивки достигала 70—75° С и тонкие слои шпона сильно высыхали, отмечалась повышенная хрупкость в местах утолщенных клеевых прослоек.

Зазоры между кромками полос шпона внутренних слоев на поверхности обшивки дают вогнутые полоски-канавки, по ширине соответствующие зазорам и идущие по их направлению. Этот дефект бывает только при склейке казеиновым клеем вследствие большой усадки раствора казеинового клея (до 70%), которым заполняются зазоры между кромками слоев в момент запрессовки.

Смоляные клеи ВИАМ-БЗ и КБ-З дают небольшую усадку и поэтому не вызывают стягивания шпона у мест, заполненных клеем, и зазоров между смежными кромками полос шпона.



Фиг. 95. Набегание полос шпона первого слоя и выпуклые отпечатки на наружной поверхности обшивки.



Фиг. 96. Расхождение полос шпона обшивки, выклеенной на казеиновом клее.

Выпуклые отпечатки на наружной поверхности обшивки получаются от набеганий кромок полос шпона друг на друга во внутреннем или верхних слоях шпона (фиг. 95).

Набегание кромок в средних слоях может быть при неправильной укладке без зазоров воздушно-сухого шпона при склейке смоляными клеями, или укладке впритык недостаточно увлажненного шпона при склейке казеиновым клеем.

Расхождение полос шпона наружного слоя обшивки (фиг. 96) есть результат небрежной укладки полос шпона или сдвиг при небрежной укладке на них гладкой сулаги. Этот дефект имеет большее значение при выклейке обшивки на казеиновом клее. При склейке смоляным клеем расхождения слоев заполняются клеем, который после затвердевания не дает сколько-нибудь значительной усадки.

Вмятины местного характера (следы вдавливания различных предметов) получают в производстве в момент запрессовки от неудаленных засохших потеков клея на поверхности шаблона или сулаг, а также вследствие попадания между обшивкой и сулагой или между сулагой и мешком обрезков шпона, фанеры и т. п. Этот дефект получается на засоренных рабочих местах и от неряшливости обслуживающего пресса персонала.

Вмятины от решеток сулаг в виде узких долевых полос — отпечатков от реек решеток — бывают только на обшивке, выклеиваемой на казеиновом клее, вследствие низкой твердости обшивки в момент прессования в начале сушки. Вмятины получают в результате проведения сушки обшивки с решетчатой сулагой под давлением. Если долевые вмятины носят местный характер, то это показывает на деформацию решетки сулаг и несоответствие ее выклеиваемой обшивке по форме.

Гофр, или складки, шпона бывает двух родов: в продольном направлении от применения сильно гофрированного шпона и в поперечном направлении — складки, получающиеся на крутых переходах контура обшивки (в местах малых радиусов закруглений) вследствие зазора между стенками пресскамеры и выклеиваемой обшивкой. Из-за отсутствия нужного давления во время запрессовки в месте образовавшегося зазора шпон собирается в складки, в которых скапливается большое количество клея.

Этот дефект можно устранить применением добавочного мешка-пресскамеры, устанавливаемого на месте крутого перехода контура шаблона. При запрессовке воздух подается в первую очередь в добавочную камеру, а затем в основную. Этим достигается предварительная запрессовка участков с крутыми переходами, вследствие этого не происходит сдвигов шпона и образования складок при запрессовке основной камерой.

Продольные трещины по шпону на наружном слое обшивки получают главным образом вследствие выклейки обшивки из разорванных полос шпона или применения слишком жесткого режима сушки обшивки, выклеиваемой на казеиновом клее.

Деформации (провалы и впадины) на готовой обшивке или после постановки ее на каркас фюзеляжа встречаются весьма часто на обшивках, выклеенных на казеиновом клее, и реже на обшивках, выклеенных на смоляном клее.

Провалы обшивки между шпангоутами достигают глубины 1,5—2 мм и нередко даже 3 мм, что сильно ухудшает аэродинамику самолета и требует выравнивания путем наклейки на обшивку заплаток из фанеры. Причиной деформаций является недосушивание обшивки или неравномерная влажность по площади обшивки вследствие неравномерной намазки клея.

Нередко западание и провалы обшивки после постановки ее на каркас фюзеляжа получают от несоответствия ее форме каркаса фюзеляжа или неправильно выравненных поверхностей шпангоутов и стрингеров каркаса.

Бывают также случаи, когда выклеенная обшивка приклеивается к каркасу не по месту. Для устранения этого явления на об-

шивке наносятся одинаковые отметки, согласованные с шаблоном и с каркасом фюзеляжа. Эти отметки делаются на обшивке перед тем, как она снимается с шаблона.

При обнаружении дефекта склейки следует установить причины его появления.

По установлении причины дефекта его нужно немедленно устранить, внося соответствующие изменения в технологию склейки или приготовления клея.

Дефекты склейки можно исправлять только с индивидуальным подходом в каждом отдельном случае с учетом размеров дефекта и конструкции изделия.

Виды, количество, размеры и расположение допустимых местных дефектов склейки в изделии с исправлением или без исправления их могут быть установлены также только с индивидуальным подходом к каждой детали и к конструкции по согласованию с главным конструктором и ОТК завода.

Глава VI

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОМЫШЛЕННАЯ САНИТАРИЯ ПРИ СКЛЕЙКЕ СМОЛЯНЫМИ КЛЕЯМИ ВИАМ-БЗ и КБ-3

При склейке авиадеталей смоляными фенольно-формальдегидными клеями заболевания могут происходить в следующих случаях:

а) От вдыхания паров фенола большой концентрации, выделяющихся из жидкого клея ВИАМ-БЗ при намазке и сборке, а также в начале запрессовки до затвердевания подтеков клея. Предельное (безвредное для здоровья рабочих) содержание свободного фенола в воздухе допускается не более $0,003 \text{ мг/л}$.

б) При вдыхании пыли, получающейся при зачистке подтеков клея, в частности при циклевке обшивки.

в) При длительном контакте кожи рук с клеем до его затвердевания, что может быть при сборке щитков, лонжеронов, выклейке обшивки и т. д.

Поэтому во избежание заболевания, прежде чем приступить к склейке смоляными клеями (особенно ВИАМ-БЗ), по цехам проводится ряд санитарно-технических мероприятий, заключающихся в удалении паров фенола, клеевой пыли, а также принимаются меры личной защиты и гигиены (предохраняется кожа рук и лица от длительного контакта с клеем).

При применении клея ВИАМ-БЗ склейка может производиться в производственных помещениях, со специально оборудованной общей приточно-вытяжной вентиляцией и местными отсосами воздуха от мест склейки больших поверхностей, например от пневматических прессов для выклейки элементов обшивки самолета, от прессов для склейки лонжеронов и т. д.

На рабочих местах, где производится зачистка обшивки от подтеков клея, устанавливаются специальные пылесосы.

Склеенные детали обрабатываются только на станках с приемниками пыли и при работающей эксгаустерной установке.

Полы в помещениях для склейки изготавливаются из материала, позволяющего производить уборку мокрым способом. Производственные помещения убираются по мере загрязнения.

Для защиты от действия клея рабочим выдается следующая спецодежда: комбинезон из плотной ткани, фартуки из листовой резины или прорезиненной ткани, клеенчатые нарукавники, косынки на голову и очки для предохранения глаз от брызг клея.

Рабочим категорически запрещается производство работ без установленной спецодежды.

Спецодежда по окончании работы хранится в специальных шкафчиках отдельно от личной одежды рабочих и очищается от клея по мере загрязнения.

После окончания работы необходимо смывать клей с перчаток и рук денатурированным спиртом с теплой водой и мылом. Рекомендуется чисто вымытые руки смазывать жировым веществом. Необходимо также после работы принимать горячий душ.

К работе по склейке смоляными клеями допускаются лица, прошедшие медицинский осмотр и инструктаж по технике безопасности и личной гигиене.

Все работающие на склейке подвергаются периодическому медицинскому освидетельствованию не реже одного раза в месяц и диспансеризации каждый квартал.

При обнаружении кожных заболеваний рабочий должен освобождаться от работы и направляться к врачу, который решает вопрос о временном или постоянном переводе его на работу, не связанную со склейкой фенольно-формальдегидными клеями.

До осуществления обусловленных в специальной инструкции по технике безопасности мероприятий по охране труда, а также без соблюдения правил личной гигиены склейку клеем ВИАМ-Б3 и КБ-3 производить запрещается.

При склейке смоляным клеем КБ-3 проводятся те же санитарно-технические мероприятия, что и для клея ВИАМ-Б3, но вентиляция может быть менее мощной, так как содержание свободного фенола в клее КБ-3 значительно меньше.

Как показала практика работы ряда заводов, процент заболеваний от клея КБ-3 зарегистрирован во много раз меньше, чем от клея ВИАМ-Б3, поэтому клей КБ-3 имеет большие преимущества по сравнению с клеем ВИАМ-Б3.

Техника безопасности при работе с казеиновыми клеями В-105 и В-107

Казеиновый клей содержит в своем составе значительное количество щелочи и при длительном соприкосновении клея с кожей рук может получиться разъедание кожи и образование трещин, поэтому во избежание кожных заболеваний на операциях склейки

необходимо надевать резиновые перчатки. К таким операциям склейки следует отнести: выклейку из шпона элементов обшивки, склейку тнугых заготовок из большого количества тонких элементов, а также массовую сборку щитков.

Во избежание порчи одежды при склейке следует работать в комбинезонах из плотной материи и надевать фартуки из прорезиненной ткани или тонкой листовой резины, которые каждый раз по окончании работы можно легко очистить от подтеков клея и вымыть водой.

Для предохранения попадания клея на волосы на некоторых операциях склейки при сборке каркасов агрегатов самолета необходимо покрывать голову косынкой или шапочкой из материи, а для защиты глаз от брызг клея надевать очки.

При введении в клей специальных антисептиков необходимо соблюдать дополнительные правила по технике безопасности, предусмотренные специальными инструкциями при работе с антисептиками.

Глава VII

УСЛОВИЯ РАБОТЫ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ САМОЛЕТОВ

Работники серийных заводов, занимающиеся склеиванием авиадеталей из различных древесных материалов, не всегда знают условия работы, в которых клеенные детали находятся при эксплуатации, а также какие факторы при этом на них воздействуют. В настоящей главе дается краткое описание условий работы клеенных деталей и состояние клеевого соединения при эксплуатации самолетов.

Склеенные из древесных материалов авиадетали в условиях эксплуатации самолетов подвергаются действию различных факторов, снижающих крепость клеевых соединений и уменьшающих срок их службы.

Срок службы авиадеталей, склеенных казеиновым клеем, определяется всецело условиями эксплуатации, т. е. различными факторами, действующими на детали, и уходом за ними, осуществляемым при эксплуатации.

Эти факторы разделяются на химические, механические и наиболее опасные с точки зрения снижения срока службы деталей — физические и микологические.

Механические факторы бывают случайного характера, вызываемые грубыми посадками и авариями, и постоянные, к которым следует отнести вибрационные нагрузки в самолете.

Как показали исследования, одни вибрационные нагрузки без воздействия других факторов не являются опасными для склеенных деталей, так как сопротивление вибрации склеенных образцов и образцов из целой древесины примерно одинаково, при этом разрушение склеенных образцов происходит по древесине. По

при ослаблении клеевого соединения физическими и микологическими воздействиями вибрационные нагрузки для клеевых деталей могут быть опасными.

В результате механических воздействий, особенно при грубых посадках и авариях, в склеенных деталях могут появляться трещины по склейке (если клеевое соединение ослаблено), пробоины обшивки и другие дефекты.

Химические факторы, к которым следует отнести попадание на склеенные детали смазочных масел, бензина и в редких случаях кислот (из аккумулятора), снижают незначительно качество клеевых деталей.

Крепость клеевых соединений на казеиновом клее под действием масел и бензина снижается в небольшой степени (так, например, крепость склейки образцов после четырехмесячного воздействия смазочного масла снизилась всего на 10%). На клеевое соединение на смоляных клеях ВИАМ-БЗ или КБ-3 бензин и масло практически никакого влияния не оказывают.

Кислоты могут оказывать разрушающее действие в значительной степени на древесину и в незначительной — на клеевые прослойки.

Мерой защиты деревянных деталей от химических факторов является применение надежных покрытий и поддержание их при эксплуатации в должном порядке.

Физическими факторами являются температура и влажность воздуха, а также влага в капельно-жидком состоянии.

Действие этих факторов при хранении самолетов обуславливается условиями хранения (на складах, в ангарах, в палатках и на открытом воздухе) и климатическими условиями. При этом следует иметь в виду как естественные изменения указанных выше факторов, свойственных каждому данному географическому пункту, так и изменения, обуславливаемые быстрой сменой климатических условий при перелетах самолетов из одного пункта в другой.

Влага обычно попадает внутрь агрегатов самолета (крыльев, центроплана, оперения и фюзеляжа) как в капельно-жидком виде, так и в виде паров, в той или иной степени насыщающих атмосферный воздух, окружающий самолет.

При выпадении осадков капельно-жидкая влага попадает внутрь конструкций через различного рода неплотности, как то: в капоте, обтекателях, неплотно закрывающихся люках, через открытые кабины, окна для прохода тросов управления и т. д.

Влага в виде паров легко проникает внутрь агрегатов самолета даже в тех местах, которые почти недоступны для проникновения ее в капельно-жидком состоянии. Пары воды, попадающие внутрь конструкций самолета, увлажняют склеенные детали, конденсируясь на их поверхностях, разрушая покрытие и впоследствии проникая в древесину и клеевую прослойку, если склейка производилась казеиновым клеем. Водяные пары чаще конденсируются на металлических деталях, так как коэффициент теплопроводности металла гораздо выше, чем древесины.

Особенно большой вред может принести конденсация влаги, внутри агрегатов, если в них не предусмотрено дренажа и отверстий для испарения влаги.

Увлажнение клееных деталей сухопутного самолета происходит:

1) При попадании влаги в капельно-жидком состоянии внутрь конструкции через различного рода неплотности.

2) От водяных паров, которые легко конденсируются на поверхности деталей, например при быстром спуске самолета после продолжительного пребывания его на большой высоте, где материал успел охладиться до температуры окружающей среды.

В агрегаты гидросамолетов влага попадает еще в большей степени, чем в агрегаты сухопутных самолетов, особенно в донную часть лодки и в поплавки.

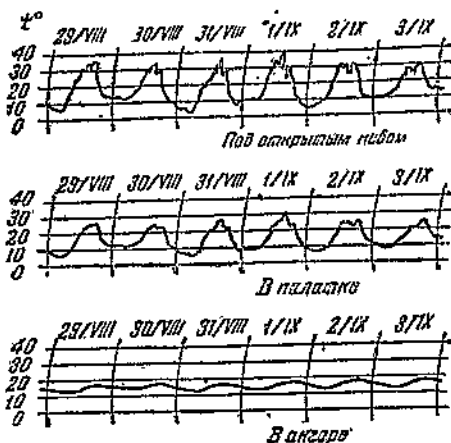
Кроме увлажнения склеенные детали самолетов подвергаются частому воздействию резких перепадов температур. Особенно вредные влияния оказывают на детали, склеенные казеиновыми клеями, температуры порядка 25—40° при наличии высокой влажности воздуха. Эта температура способствует быстрому развитию грибка.

На фиг. 97 приведены кривые изменения температуры воздуха внутри крыла при различных условиях хранения. Как видно из этих диаграмм, на колебание температуры воздуха внутри агрегатов самолета большое влияние оказывают условия хранения самолета. Наиболее неблагоприятные температурные условия внутри крыла получаются при хранении под открытым небом и в палатках вследствие нагревания солнечными лучами воздуха внутри крыла через обшивку.

Лакокрасочные покрытия, применяющиеся для внутренней окраски агрегатов, в большинстве своем не могут предохранить от проникновения влаги в клеевой слой и древесину склеенных деталей.

От действия влаги и резких температурных колебаний покрытия разрушаются и интенсивность проникновения влаги внутрь склеенных деталей увеличивается.

Клеевые прослойки казеинового клея обладают большой гигроскопичностью и сильно поглощают влагу, а при благоприятных температурных условиях в них развиваются грибки, которые разрушают клеевые соединения на казеиновом клее, так как белковые клеи, если они не антисептированы, являются зачатку питательной средой для грибов.



Фиг. 97. Кривая изменения температуры внутри крыла.

Весьма показателен материал, полученный Н. Н. Бураковым в результате статистической обработки дефектов склейки авиационных деталей, склеенных казеиновым неантисептированным клеем. Материалы взяты из актов осмотра самолетов после эксплуатации их от одного до четырех лет в различных пунктах СССР. При этом установлено, что повреждения склейки в 447 случаях произошли от действия физических и микологических факторов и только в 15 случаях — по другим причинам.

Наиболее подвергаются расклеиванию следующие детали и конструкции:

1) задние лонжероны и кромки обтекания центроплана и крыльев, 2) хвостовая часть фюзеляжа (особенно нижние лонжероны), 3) задние лонжероны стабилизатора и передний лонжерон киля лодки.

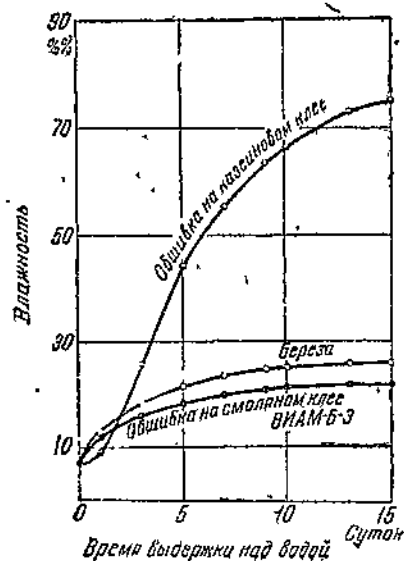
Характер повреждения клеевых соединений в деталях, склеенных казеиновым неантисептированным клеем, — самый разнообразный, вплоть до полного уничтожения клеевой пленки, в особенности в местах длительного и непосредственного соприкосновения деталей с водой.

От действия влаги при эксплуатации древесины склеенных деталей увлажняется в среднем до 12—18%, а в отдельных местах, наиболее подверженных действию влаги, влажность склеенных деталей превышает точку насыщения волокон древесины.

Более поздние наблюдения за эксплуатацией самолетов с фюзеляжами типа монокок показывают, что в хвостовой части фюзеляжа особенно часто наблюдается расклейка обшивки, выклеенной из отдельных слоев шпона на казеиновом клее, что получается вследствие весьма сильной гигроскопичности обшивки от большого количества клеевых прослоек в ней. На этих же типах самолетов, но с обшивкой, выклеенной на смоляном клее ВИАМ-БЗ, расклейки обшивки в хвостовой части фюзеляжа не наблюдается.

Обшивка, выклеенная на смоляном клее ВИАМ-БЗ и КБ-3, обладает в четыре раза меньшей гигроскопичностью, чем обшивка, выклеенная на казеиновом клее, что наглядно видно из диаграммы (фиг. 98): Поэтому обшивка, выклеенная на смоляном

клею, при эксплуатации весьма мало увлажняется, в то время как обшивка, выклеенная на казеиновом клее, зачастую доходит в отдельных местах до влажности 25—30%.



Фиг. 98. Сравнительные кривые увлажнения обшивки, склеенной смоляным и казеиновым клеями, и древесины березы при выдерживании над водой.

Клеевое соединение деталей, склеенных высокопрочными смоляными клеями, не поддается даже прямому действию влаги, и некоторое снижение крепости его может произойти лишь от появления больших внутренних напряжений, возникающих в клееных деталях только при очень сильном увлажнении вследствие значительного изменения формы и линейных размеров древесины клееных деталей.

Поэтому применение смоляных клеев ВИАМ-БЗ и КБ-З в самолетостроении взамен казеиновых клеев обеспечивает значительное удлинение сроков эксплуатации деревянных самолетов в районах с влажным климатом.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. И. Михалев, Техника склеивания авиационных деталей и агрегатов из древесных материалов. (По материалам лекций на семинаре работников деревообрабатывающих цехов самолетостроительных заводов, 1943.)

2. И. И. Михалев, Рациональные методы склеивания деревянных авиадеталей казеиновым клеем В-103, „Авиапромышленность“, № 4, 1939.

3. Н. Ф. Бочаров, Техника склеивания дерева казеиновыми клеями. Труды ЦАГИ, вып. 71, 1931.

4. И. И. Михалев, Уточнение метода изготовления обшивки для фюзеляжа типа монокок, Отчет ВИАМ, 1938.

5. Е. Г. Белов, Выклейка обшивки и зализыв фюзеляжа из шпона, Оборонгиз, 1939.

6. И. И. Михалев, Методы выклейки смоляным клеем обшивок из шпона, „Авиапромышленность“, 1943.

7. В. А. Чихалов, Применение электроподогрева при склеивании деревянных авиадеталей смоляными клеями, информационный сборник № 1 ЦЗЛ завода им. С. Орджоникидзе, 1942.

8. С. В. Александров, Применение смоляного клея ВИАМ-БЗ в авиапромышленности, Оборонгиз, 1940.

9. Н. Т. Романов и И. И. Михалев, Холодно-полимеризующийся смоляной клей ВИАМ-БЗ, Отчет ВИАМ, 1939.

10. Н. Ф. Бочаров, Казеиновые клеи, Труды ЦАГИ, вып. 115, 1932.

11. Ю. А. Бологов, Древесина и ее обработка в самолетостроении, Оборонгиз, 1941.

12. «Применение древесины в авиастроении», материалы сессии, под редакцией Н. Н. Чулицкого, издание Кабинета обмена опытом НКАП, Оборонгиз, 1940.

13. «Производство самолетов» под редакцией Д. В. Голяева, П. П. Успенского и В. Ф. Боброва, Оборонгиз, 1940.

14. В. Г. Калужный, Производство деревянных агрегатов самолетов, издание Всесоюзной авиационной промакадемии НКАП, 1940.

15. Н. Н. Чулицкий, Разработка новых конструктивных форм деталей и агрегатов самолетов из древесных материалов и технология их производства, ТВФ, № 9, 1943.

16. В. М. Кармилов, Гнутье древесины, Информационный сборник ВИАМ № 13, Оборонгиз, 1938.

17. Н. Н. Чулицкий и Л. Л. Фейгн, Влияние условий эксплуатации на деревянные детали сухопутных самолетов, ТВФ, № 1, 1937.

18. И. И. Михалев, Исследование влияния воды на крепость склейки и испытание образцов типа стрингеров лодок, Информационный сборник ВИАМ, № 13, Оборонгиз, 1938.

19. Смолин и Войткевич, Основы технической эксплуатации самолетов, ОНТИ, 1933.

20. Массовое производство самолетов, Aircraft Engineering, 1939, v. XI, № 124, June.

21. Т. Трокс, Склеивание дерева в авиационной промышленности, Us Dept. of Agriculture Techn. Bulletin 205, oct. 1930.

22. Хадерт Ганс, Вопросы склейки, Gelatine, Leim, Klebestoffe, 1939, März — April, Heft 3 — 4.

23. И. А., Брун Теория склейки, Wood 1940, March, № 3.

24. Морат Эдгар, Свойства и применение клеев на основе синтетических смол, Holz als Roh- u. Werkstoff, 1937, Okt. — Nov.

25. О. Крамер, Древесина как гомогенный материал, часть II, Склейка древесины клеями на основе синтетических смол, Aircraft Engineering, 1938, v. X, June, № 112.

26. К. Копплинг, Жидкие смоляные клеи для склейки шпона и фанеры, Furniture Manufacturer, 1938, v. 53, № 11.

27. Кюх, Новые исследования в области применений термореактивных пластиков для авиационных конструкций, J. Aeronaut. Soc., 1940, v. XLIV, Jan., № 349.

Редактор *К. А. Пономарева*.

Сдано в производ. 9/IV-44 г. Подп.
в печать 5/X 1944 г. Г586743 Печ.
л. 8 3/4. Тип. зн. в л. 47 000 Беспл.
Уч. авт. л. 10,08 Зак. № 7780/448
60×92/16

13-я тип. треста «Полиграфкнига»
ОГИЗ при СНК РСФСР.
Москва, Денисовский, 80.

Замеченные опечатки

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать	По чьей вине
23	1 снизу	15°	25°	авт.
48	21 сверху	применяется	приготавливается	корр.
89	1 сверху	муфт	фуг	типогр.
93	9 снизу	фиг. 65. В случае	фиг. 65 в случае	корр.
120	17 "	шайны	шайбы	типогр.

Михае в, „Склеивание древесных материалов в самолетостроении“.