



И.Т. Глебов

**Перспективное
оборудование для
склеивания древесины**

Электронный архив УГЛТУ

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВПО Уральский государственный
лесотехнический университет**

И.Т. Глебов

**Перспективное
оборудование для
склеивания древесины**

Учебное пособие

Екатеринбург 2015

УДК 674.028.9

Рецензенты:

Комиссаров А.П. – д-р техн. наук, академик РАЕН, профессор кафедры графики и деталей машин Уральской государственной сельскохозяйственной академии,

Глебов И.Т.

Перспективное оборудование для склеивания древесины: Учебное пособие. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. – 170 с.

ISBN

Описано оборудование для приготовления и нанесения связующих и клеев. Приведены конструкции и методика расчета нагревательных устройств, предназначенных для интенсификации процесса склеивания. Представлены устройства для склеивания заготовок по длине, ширине, толщине, прессы, машины и линии для облицовывания плитных материалов, клеильно-сборочное оборудование, а также машины для приготовления стружечно-клеевой смеси.

Ил. 81. Табл.14. Библиогр.: 10 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Уральского государственного лесотехнического университета.

УДК 674.028.9

ISBN

© И.Т. Глебов, 2015

© Уральский государственный

лесотехнический университет, 2015

Введение

Для подготовки магистров по направлению 350402 “Технология лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств” учебным планом предусмотрена учебная дисциплина “Перспективное оборудование для склеивания древесины”.

В 2000 г. И.Т. Глебовым и В.Г. Новоселовым было издано учебное пособие “Оборудование для склеивания древесины”. За минувшие 10 лет на российском рынке появилось много нового импортного оборудования. В связи с этим возникла потребность в обновлении учебного материала по указанной дисциплине.

В предлагаемой книге сделана попытка, в пределах учебной программы, привести современные сведения по конструкции и методам расчета деревообрабатывающего оборудования, работающего с использованием клеев.

Изучение того или иного типа оборудования начинается с его классификации. Приведены описания конструкций основных моделей, даны технические характеристики оборудования и методы расчета, подкрепленные примерами. Книга хорошо иллюстрирована.

В учебном пособии термины и обозначения унифицированы, единицы измерения физических величин приведены в соответствии с действующими стандартами. Использован многолетний опыт преподавания учебной дисциплины в Уральском государственном лесотехническом университете.

Оборудование для склеивания древесины находит применение в производстве мебели, спортивного инвентаря и строительных клееных конструкций, в производстве фанеры, плитных материалов и других изделий. Это оборудование включает устройства для приготовления клея и нанесения его на склеиваемые поверхности. Прессы, ваймы, линии обеспечивают получение клееных изделий. Рассмотрены линии по облицовыванию щитовых деталей шпоном, пластиком или рулонными пленками. Линии для склеивания пиломатериалов по длине, ширине и толщине находят применение в производстве клееного бруса.

Оборудование для приготовления и нанесения связующих и клеев

1. Связующие и клеи

1.1. Общие сведения. Основные понятия и определения

В производстве столярно-мебельных изделий детали соединяются между собой главным образом посредством клея.

Клеевые соединения имеют ряд преимуществ перед механическим креплением:

- с помощью клеевого соединения можно легко создать из обычного или маломерного материала монолитные конструкции любых форм и размеров;

- клееные конструкции менее подвержены деформациям, чем конструкции, изготовленные из цельной древесины;

- клеевые соединения не утяжеляют конструкцию, обладают высокой прочностью;

- соединение посредством клея во многих случаях представляет собой единственно возможный вид соединения материалов (облицовывание шпоном).

Сущность склеивания состоит в том, что нанесенный на поверхность древесины клей проникает в поры и межклеточные пространства, затвердевает там и, таким образом, как бы сшивает склеиваемые поверхности большим числом тончайших нитей [1].

По физическому состоянию клей представляет собой жидкости различной вязкости (жидкие мономеры, растворы, суспензии и эмульсии), пленки, порошки или гранулы, расплавляемые перед применением или наносимые на горячие поверхности.

Клей по ГОСТ 15813-72 [2] представляет собой вещество, обладающее свойством при нанесении его на соединяемые поверхности при определенных условиях образовывать прочный слой, скрепляющий их.

Связующим называется высокомолекулярное органическое вещество (полимер), обладающее способностью при воздействии тепла и давления соединять поверхности древесины, предварительно смазанные этим веществом [1].

Понятие “связующее” идентично понятию “клей”. Традиционно сложилось так, что в производствах, связанных с соединением измельченных частиц и тонких слоев древесины, пользуются понятием “связующее”, а при склеивании деталей из массивной древесины – понятием “клей”.

Клей – это простая или сложная композиция (состав). Основой клея служат полимер животного происхождения (глютин, казеин, альбумин), растительного происхождения или синтетические смолы. Эти вещества обладают свойством адгезии к склеиваемым поверхностям и способностью образовывать прочные пленки [3].

Клеи бывают:

- животные или белковые (глютиновые, казеиновые, альбуминовые);
- растительные (на основе жмыхов масляничных и бобовых растений, природных смол, натурального каучука, крахмала, декстрина);
- минеральные (силикатные, асфальтовые, битумные).
- синтетические клеи на основе синтетических смол, которые получают из простых веществ в результате сложных химических процессов.

Клеи должны отвечать следующим требованиям:

- прочно склеивать;
- быть удобными в применении;
- иметь большую жизнеспособность, т.е. обладать длительным сроком хранения;
- быть водостойким (для изделий, работающих в условиях высокой влажности);
- быть биостойким (сопротивляться разрушительной деятельности микроорганизмов): не разрушать волокна древесины и не изменять ее естественной окраски;
- быть сравнительно дешевыми;
- не вызывать затупления режущих инструментов при обработке материалов;

– быть безвредным для человеческого организма и не воспламеняться.

По реакционной способности клеи могут быть терморезистивные (необратимые) и термопластичные (обратимые).

Терморезистивные клеи под влиянием теплоты и катализатора переходят из жидкого состояния в твердое, нерастворимое и необратимое состояние (смолы резольные, мочевиновые и меламиновые).

Термопластичные клеи способны под влиянием теплоты расплавляться, а после охлаждения вновь затвердевать, не изменяя химического состава. При последующем нагревании такие клеи снова расплавляются, например мездровый и костный клеи, новолачные смолы, клеи «расплав».

Клеи состоят из нескольких компонентов: основного клеевого вещества, растворителя и добавок: отвердителя, наполнителя, пластификатора, стабилизатора, антисептика, гидрофобных добавок, вспенивающих веществ, которые в композициях имеют различное назначение.

Растворители – это жидкости, которые обеспечивают определенную консистенцию и содержание в клее сухих веществ. К ним относятся вода, спирты, бензин, этилацетат и др.

Клееобразователями называют вещества, способствующие переходу клеевых веществ в коллоидный раствор. Это известь и щелочи для белковых клеев.

Отвердители – это вещества, ускоряющие реакцию поликонденсации синтетических смол, то есть процесс их перехода в нерастворимое состояние (слабые кислоты, хлористый аммоний и т.д.).

Наполнители применяются для повышения вязкости клея, уменьшения его расхода и снижения усадки клеевого слоя. В качестве наполнителя используют муку (древесную, пшеничную, ржаную и др.) и порошки (мел, гипс, сажа, цемент и др.).

Пластификаторы (глицерин, диэтиленгликоль, дибутилфталат и др.) применяются в клеевых растворах синтетических смол для придания пластичности клеевому шву и снижения его хрупкости.

Стабилизаторами называют вещества (ацетон, этиловый спирт и др.), которые вводят в клеевой раствор на базе синтетических смол в экстремальных ситуациях для продления его жизнеспособности и

сохранения уже приготовленного клея. Они сохраняют заданную концентрацию клея.

Дубители, придающие клею водоупорность (уротропин, формалин, медные соли).

Антисептиками называют вещества, применяемые для придания клеям биостойкости по отношению к грибам и плесени. Антисептиками могут быть пентохлорфенолят натрия, фтористый натрий, фенол, крезол, формалин и др.

Антипирены обеспечивают склеенным материалам повышенную огнестойкость. Это бора, фосфорнокислый аммоний.

Гидрофобные добавки, например, парафин, церезин используют для повышения водостойкости древесностружечных плит.

Вспенивающие вещества (пылевидный альбумин) применяют для получения клеевой пены на основе карбамидоформальдегидных смол с целью снижения расхода клея.

Одним из качественных показателей клея является его жизнеспособность. **Жизнеспособность клея – это время, в течение которого клей пригоден для нанесения на склеиваемые поверхности.** Жизнеспособность клеев достигает 3...4 ч. Основным способом повышения жизнеспособности клея является его охлаждение.

1.2. Глютиновые клеи

По виду сырья, из которого делают глютиновые клеи, различают клей костный, мездровый и рыбий. Выпускается клей в виде плиток, гранул, хлопьев или чешуек. Клей незаменим при реставрации мебели.

Глютиновые клеи называют животными или коллагеновыми. Их клеящие свойства определяются свойством животного белка – коллагена. Коллаген – это белок, образующийся в связках, сухожилиях и других соединительных тканях организма животных. Коллаген присутствует в коже, костях, хрящах.

Вырабатывают его из мездры (подкожного слоя шкур животных), из обрезков сырых шкур и отходов кожевенных и кожсырьевых заводов, а также из очищенных и обезжиренных костей животных, рогов, копыт.

Эти клеи применяют для склеивания деревянных деталей, эксплуатируемых внутри отапливаемых помещений и не подвергающихся воздействию влаги, в абразивном и спичечном производстве.

Глютиновые клеи в воде сильно набухают. Мездровый клей поглощает воды в 6 – 10, костный в 3–7 раз больше своей массы.

При нагревании до температуры 30°C клей начинает размягчаться, а затем плавится и превращается в мягкую липкую студнеобразную массу и при более высоких температурах переходит в раствор. При продолжительном нагревании под действием высокой температуры (свыше 100°C) глютин распадается на более простые углеводы, которые не обладают клеящими свойствами.

При склеивании в процессе отверждения происходит удаление влаги из клеевого раствора, что вызывает усадку клея до 50 – 80% от первоначальной массы.

Клеевой раствор наносят толщиной 0,08—0,15 мм.

При температуре воздуха более 30°C и влажности 80% клеевое соединение разрушается.

Клей мездровый (ГОСТ 3252—80) подразделяется на следующие виды: твердый (плиточный, чешуйчатый, стружковый, дробленый, гранулированный) и галерту. В зависимости от физико-химических свойств клей подразделяют на марки: КМЭ (экстра), КМВ (высший сорт), КМ-1, КМ-2 и КМ-3 (цифры указывают номер сорта).

При приготовлении клея плитки дробятся и замачиваются в воде в пропорциях, необходимых для получения клея. Через 8...16 часов полученную массу нагревают до температуры 60...70°C и выдерживают при этой температуре в течение 2 ч. Готовый клей используют при температуре 40°C.

После нанесения клея на поверхность древесины и смыкания заготовок клеевой слой охлаждается и превращается в студнеобразную массу, а затем при высыхании становится твердым. Механическая прочность склеенных заготовок очень высока, однако глютиновые клеи совершенно не водостойки. Под воздействием влажного воздуха клеевой шов набухает и теряет прочность.

Клей костный (ГОСТ 2067—80) выпускается плитками, дробленным, гранулированным, чешуйчатым, галертой (клеевой студень).

Мездровый клей обладает высокой вязкостью, которая может вызвать разрыв древесины по волокнам после склеивания. В связи с этим целесообразно применять смесь мездрового клея с костным (последний в чистом виде обладает хрупкостью).

Рекомендуют следующие концентрации клеев:

- для склеивания на гладкую фугу клеевой раствор должен включать мездрового клея 35...40%, костного ... 45—55%;
- для облицовывания деталей шпоном нужен клеевой раствор с 40...45% мездрового клея и 52...55% костного;
- для склеивания твердых и ценных пород древесины рекомендуется применять мездровый клей с добавлением в него 20...40% костного клея, а для склеивания мягких пород – костный, с добавлением в него 20...40% мездрового клея.

Смешивают клеи после того, как они разбухнут и станут однородными.

В клей следует вводить антисептик. В качестве антисептиков обычно применяют пентахлорфенолят натрия в виде водного раствора, который добавляют в клей в количестве 3% от массы сухого клея, или препарат «Этоний», вводимый в виде порошка в количестве 2% от массы сухого клея.

Чтобы предотвратить загнивание клея, в момент его приготовления добавляют 2,5 г фенола на 1 кг сухого клея.

Рыбий (осетровый) клей, получают из плавательных пузырей и плавников рыб осетровых пород. Этот клей является лучшим по качеству, но он дорогой и дефицитный. Его применяют при особо ответственных работах: реставрации уникальной мебели, инкрустации, мозаики Буля, золочении, реставрации росписей.

1.3. Казеиновые клеи

Основным компонентом клея служит казеин, который получают путем обезжиривания измельченного творога. Различают клеи порошкообразные и жидко смешиваемые.

В состав порошкообразного клея сорта Экстра входят следующие компоненты (в массовых частях): казеин 1-го сорта – 50, казеин 2-го сорта – 50, известь (пушонка) – 27, фтористый натрий – 12, мед-

ный купорос – 0,5, керосин – 2,0 [3]. Клей в порошкообразном состоянии может храниться длительное время.

Для получения рабочего клеевого раствора порошок смешивают с водой в соотношении 1:1,7...1:2,3. Перемешивание порошка с водой производят в течение 40...60 мин. В это время происходит набухание казеина, растворение извести и завершается реакция между казеином и известью с образованием клеящего вещества казеината кальция.

Порошкообразный казеиновый клей обеспечивает получение прочного, водостойкого клеевого соединения и может применяться в производстве столярных изделий.

1.4. Альбуминовые клеи

При выпаривании (сушке) крови получают кристаллический или пылевидный альбумин.

Для приготовления клея альбумин замачивают в воде в соотношении 1:5 (кристаллический) или 1:2 (пылевидный альбумин) и выдерживают при температуре 20°C в течение 1,5...2 часов при тщательном перемешивании. Затем в раствор добавляют воду, доводя ее соотношение до 1:9, и 10% гашеной извести. Клеевую массу подогревают до 28...30°C и перемешивают в течение 1...1,5 часов.

Жизнеспособность альбуминовых клеев достигает 24 часов, их клеящая способность и водостойкость высокие.

1.5. Синтетические клеи

Клеи из синтетических смол по сравнению с другими видами клеев обладают рядом существенных технических и экономических преимуществ.

Преимущества эти таковы:

- клеи абсолютно водостойки и грибостойки;
- склеивание получается более прочным;
- способы приготовления клея просты по выполнению и непродолжительны по времени;
- режимы склеивания несложны и почти стандартно одинаковы;
- выдержки перед запрессовкой могут быть довольно длительными;

- выдержка под прессом требует немного времени, а при подогревании запрессованного материала она может быть еще уменьшена;
- выдержка склеенного материала после запрессовки сравнительно невелика и нужна только для полного схватывания клея;
- увлажнения древесины по клеевому шву при склеивании не происходит или оно очень незначительно.

Однако клеи из синтетических смол имеют недостатки:

- мала рабочая жизнеспособность большинства клеев (некоторое увеличение жизнеспособности клея достигается его охлаждением в процессе приготовления и при работе с ним);
- при склеивании некоторыми смоляными клеями необходимо применять высокую температуру (до 160°) и довольно высокое давление;
- некоторые клеи обратимы, т. е. обладают свойством размягчаться и даже плавиться при нагревании (обратимость смоляных клеев уменьшают введением в их состав отвердителей - керосинового контакта Петрова, щавелевой кислоты);
- водостойкость карбамидных клеев уменьшается под действием горячей воды;
- смоляные клеи токсичны (ядовиты).

Карбамидоформальдегидные клеи. Карбамидоформальдегидные клеи обеспечивают достаточную прочность соединений при повышенной хрупкости и ограниченной влагустойчивости. Они широко применяются в производстве фанеры, мебели, столярно-строительных и других изделий, которые эксплуатируются внутри помещений в нормальных температурно-влажностных условиях.

Основа клея – фенолоформальдегидные смолы, выпускаемые по ГОСТ 14231-88 [4]. Марки смол: КФ-МТ (малотоксичная), КФ-Б (быстрого отверждения), КФ-БЖ (быстрого отверждения с повышенной жизнеспособностью), КФ-Ж (с повышенной жизнеспособностью).

На отдельных предприятиях для ребросклеивания шпона, изготовления гнукотклеенных мебельных заготовок в поле токов высокой частоты и ускоренного склеивания холодным способом находят применение смола М-70.

Для получения клея в смолу вводят отвердитель: щавелевую или ортофосфорную кислоту для клеев холодного отверждения (табл. 1) или хлористый аммоний для клеев горячего отверждения.

Таблица 1

Отвердители для клеев холодного склеивания

Смола	Отвердитель	Доза отвердителя, мас.ч. на 100 мас.ч. смолы
М-70	Хлористый аммоний	1
М-70	Раствор кислоты (5%) щавелевой или ортофосфорной	4...7
КФ-Ж	Раствор кислоты (10%) щавелевой или ортофосфорной	5...10
КФ-Б, КФ-БЖ	Раствор кислоты (5%) щавелевой или ортофосфорной	3...5

В производстве слоистой клееной продукции широко используют многокомпонентные клеи, содержащие еще модифицирующие добавки-наполнители, пенообразователи, пластификаторы.

Фенолоформальдегидные клеи. Основой клеев являются фенолоформальдегидные смолы, представляющие однородную жидкость с цветом, изменяющимся от красновато-коричневого до темно-вишневого. Смолы водостойкие и атмосферостойкие.

Смолы горячего отверждения не требуют введения специального отвердителя. Время их отверждения изменяется от 30 с при 170°С до 100...200 с при температуре 100°С.

К фенолоформальдегидным смолам горячего отверждения относятся смолы марок СФЖ-3011, СФЖ-3012, СФЖ-3013, СФЖ-3014, СФЖ-3015, СФЖ-3016. Смолы марок СФЖ-3013 и СФЖ-3014 отверждаются примерно в 2 раза быстрее, чем смола марки СФЖ-3011, поэтому их относят к быстроотверждающимся.

Для отверждения фенолоформальдегидных смол при комнатной или несколько повышенной температуре (до 50...80°С) в них вводят отвердители – керосиновый контакт или нафталинсульфокислоту. Наполнителем может быть древесная или лигнинная мука. Состав некоторых клеев приведен в табл. 2.

Составы фенолоформальдегидных клеев холодного отверждения

Компоненты клея	Количество мас.ч. для вариантов						
	1	2	3	4	5	6	7
Смола СФЖ-309	100	-	-	-	-	-	-
Смола СФЖ-3016	-	100	-	-	-	-	-
Смола СФЖ-3015	-	-	100	-	-	-	-
Смола ВИАМ Ф-9	-	-	-	100	100	100	100
Лигнинная мука	-	-	-	4...8	4...8	-	4...8
Древесная мука	-	-	3...5	-	-	3...5	-
Контакт Петрова	18... 25	18... 25	20... 25	-	-	-	20... 25
Бетанафталинсульфо-кислота	-	-	-	25	25	25	-

Резорциновые клеи. Резорциновые клеи обеспечивают наиболее долговечные соединения деревянных деталей и характеризуются высокой технологичностью. Главным их недостатком является большая стоимость. Основой клея служит резорциновая смола ФР-12.

Проблема дефицитности и значительной дороговизны кристаллического резорцина, из которого производится резорциновая смола, разрешается путем замены его алкилрезорцинами. На их основе получается **алкилрезорциновая** смола марок ФР-100 и ДФК-1АМ. Обеспеченность сырьем и более низкая стоимость обусловили широкое применение этих смол.

Алкилрезорциновые клеи имеют несколько меньшую когезионную прочность по сравнению с резорциновыми клеями и рекомендуются для склеивания заготовок из древесины сосны, ели и других мягких пород. Прочность самих соединений достигает прочности дуба, бука.

Для склеивания древесины выпускаются также смолы **фенолорезорциновая** марки ФР-50 и **фенолоалкилрезорциновая** марки ДФК-14.

Для приготовления клеев резорциновой группы используют параформ в качестве отвердителя и древесную муку в соотношении

85:15, которые вводят в количестве 13,5 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы марок ФР12, ФР100, ФРФ50 или в количестве 10...15 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы марок ДФК-1АМ, ДФК-14.

Меламиноформальдегидные клеи соединяют в себе положительные качества карбамидоформальдегидных и фенолоформальдегидных клеев. Они обладают высокой водо-, свето-, тепло-, химической стойкостью. Они имеют небольшую продолжительность желатинизации при температуре 100°С, дают бесцветный клеевой шов, обладают меньшей, чем фенолоформальдегидные клеи, токсичностью. Однако они очень дороги и практически не применяются.

Клей может быть одно- или двухкомпонентным.

При склеивании смолой марки МС фанеры, без введения отвердителя, требуется подсушка клеевого слоя. При введении отвердителя (0,5...0,7% хлористого аммония) подсушка необязательна.

Карбамидомеламиноформальдегидный клей на основе смолы марки ММС отличается высокой водостойкостью по сравнению с карбамидным клеем и в то же время более дешевый, чем меламиновый. Клеи применяются для склеивания в поле токов высокой частоты, для получения фанеры повышенной водостойкости.

Поливинилацетатные клеи. Клеи применяются для склеивания деталей мебели и столярных изделий, не подверженных действию воды и эксплуатируемых при статической нагрузке. Их основным преимуществом является полная безвредность и негорючесть при переработке, поскольку они представляют собой водную дисперсию поливинилацетата. Они технологичны вследствие малой вязкости, хотя сухой остаток составляет около 50%. Для повышения вязкости в них добавляют загустители – водорастворимые препараты целлюлозы.

Промышленность выпускает несколько марок поливинилацетатной эмульсии (ГОСТ 18992-80): Д50М, Д50С, Д50В, ДБ48/4Н, ДБ47/7С и др. Эти клеи однокомпонентные. Введения отвердителей в них не требуется.

Эпоксидные клеи. Клеи применяются для склеивания древесины с металлами. При этом используют клеи холодного отверждения, модифицированные для снижения вязкости, хрупкости и других нежелательных свойств. К ним относятся клеи ЭПЦ-1, К-153, К-139. Они содержат на 100 мас. ч. эпоксидной смолы ЭД-20 (ГОСТ 10587-

88) 10...20 мас.ч. полиэфиркрилата МСФ-9, а также жидкие каучуки (20 мас. ч. тиокола НРБ-2 в клее К-153 и 20 мас. ч. каучука СКП-26-1 в клее К-139). Отверждение клеев производится полиэтиленполиамины. Наполнителями служит портландцемент М-400 или вибромолотый кварцевый песок.

1.6. Каучуковые клеи

Каучуковый клей представляет собой раствор каучука или резиновой смеси в органических растворителях. Отечественная промышленность производит большое количество каучуковых клеев, например марок ЛНТ, 88-М и др.

Клеи этого типа нельзя применять в конструкциях, подвергающихся значительным статическим нагрузкам, при которых эластичный клеевой шов вызывает ползучесть соединения. Для снижения ползучести клеевой шов упрочняют гвоздями или шурупами.

1.7. Клеи-расплавы

Термопластичные клеи-расплавы на основе синтетических смол получили в деревообрабатывающей промышленности широкое распространение. Создание автоматических линий потребовало сокращения циклов склеивания до нескольких секунд, что невозможно при применении клеев, содержащих растворители.

Клеи-расплавы при нагревании становятся жидкими и текучими, а при охлаждении быстро переходят в твердое состояние. Они водостойки, практически безвредны, не загрязняют окружающую среду, неогнеопасны.

Однако они имеют небольшую теплостойкость (около 150°C) и ограниченную прочность. В связи с этим применение клеев-расплавов целесообразно и экономически оправдано в тех случаях, где особенно важны их преимущества.

Для облицовывания кромок мебельных щитов ВПКТИМ разработано несколько марок клеев-расплавов специального назначения: клеи ТКР-4, ТКР-6 предназначены для облицовывания кромок шпоном и декоративным бумажно-слоистым пластиком, ТКР-5 – для облицовывания кромок декоративными пленками на бумажной основе,

ТКП – для облицовывания кромок поливинилхлоридными пленками. Их рабочая температура 180...210°C.

Для выполнения сборочно-монтажных работ в мебельном производстве при точечном ребросклеивании шпона, соединении древесины, пеноуретана, мебельных тканей, губчатой резины, пенополистирола и других материалов применяют клеи марок ТКМ и ГИПК-143 с рабочей температурой 160...170°C и временем выдержки при склеивании 12...60 с.

Клеи-расплавы выпускаются в виде гранул, плиток, листов.

1.8. Пленочные клеи

Пленочными называют клеи, состоящие из бумажного полотна, пропитанного с одной или обеих сторон смоляным или белковым клеем и затем высушенного.

Бакелитовая пленка – это пленочный клей, приготовленный на основе фенолоформальдегидных пропиточных смол С-50, СБС-1 и сульфатной бумаги массой 18...22 г/м². После пропитки бумаги полотно сушат в сушильной камере. В процессе сушки из пленки удаляется влага и частично летучие вещества. Поликонденсация клея при этом углубляется, но он сохраняет клеящие свойства, растворимость и способность плавиться при повышенной температуре. Применяют бакелитовую пленку для склеивания авиационной и декоративной фанеры.

Клеевые пленки на основе меламиноформальдегидных пропиточных смол широко применяются при ламинировании древесных плит и фанеры. Они обеспечивают получение прозрачных покрытий с высокой стойкостью к истиранию, водостойкостью, стойкостью к органическим растворителям, разбавленным кислотам и щелочам.

Карбамидные пленки, полученные на основе карбамидоформальдегидных пропиточных смол, применяются для склеивания и прозрачной отделки изделий.

Гуммированная лента – это пленочный клей на основе бумаги, пропитанной с одной стороны мездровым клеем.

Контрольные вопросы и задания

1. Правда ли, что “связующее” и “клей” – идентичные понятия?
2. Назовите перечень компонентов, входящих в состав клеев.
3. Что такое жизнеспособность клея?
4. Назовите основные белковые и синтетические клеи.
5. Назовите марки отечественных клеев-расплавов.
6. Как получают пленочные клеи?

2. Установки для приготовления клея

2.1. Общие сведения

Поскольку клеи в большинстве случаев состоят из нескольких компонентов (смола, растворитель, отвердитель, наполнитель, пластификатор и т.д.), то процесс приготовления клея сводится к точному дозированию этих компонентов и перемешиванию их. Дозирование компонентов выполняют с помощью весов вручную или массоизмерительных и объемных дозаторов (мерников).

Для перемешивания клеев часто используют механические клеемешалки с бачками различной емкости. Бачки и лопасти мешалок выполняют из нержавеющей стали или покрывают защитным слоем, так как многие клеи оказывают на металл коррозионное воздействие.

Кроме того, некоторые клеи, например резорциновые, в процессе приготовления и последующего применения разогреваются. Поэтому при неудовлетворительных условиях теплоотвода температура клея достигает значения, при котором происходит его быстрое загустение. В связи с этим емкости, в которых находится более 2...3 кг клея должны охлаждаться. Охлаждение – важнейший прием при продлении жизнеспособности клея. Для охлаждения бачки клеемешалок снабжаются рубашкой (имеют двойную стенку), в которой циркулирует холодная вода. Расход воды в зависимости от времени года регулируется таким образом, чтобы температура клеевой композиции не превышала 15...18°C. Иногда клеемешалки снабжаются холодильным агрегатом, например мешалки фирмы “Бюркле” (Германия).

Перемешивающим механизмом клеемешалки служат один или несколько лопастных, пропеллерных и других валов, соединенных с приводом. Лопасти мешалок вращаются с частотой 50...80 мин⁻¹. По-

вышение частоты вращения против указанного значения не рекомендуется во избежание вспенивания клея. В некоторых случаях, например в производстве фанеры, специально готовят вспененный клей, и в этом случае частота вращения лопастей достигает 200...300 мин⁻¹.

Для повышения производительности и улучшения качества перемешивания лопастью вал устанавливают по отношению к оси бачка клеемешалки со смещением, наклонно или обеспечивают планетарное движение вала в бачке. Клеемешалки с планетарным движением вала рекомендуются для равномерного и быстрого перемешивания компонентов клеев с порошкообразным отвердителем (ФР-12, ФРФ-50, ФР-100,ДФК-1АМ,ДФК-14).

Во избежание осаждения отвердителя его вначале можно перемешать с небольшим количеством смолы, а затем в клеемешалку добавить оставшуюся часть смолы.

При относительно небольших количествах приготовление клеев можно производить с использованием съемных портативных клеемешалок с использованием в качестве привода ручной электрифицированный инструмент (гайковерты, шуруповерты т. п.).

Лопастной вал соединяют с инструментом, подвешивают на блоке с противовесом. Во время приготовления в емкость с клеем опускают лопасти инструмента и при их вращении делают круговые движения инструментом, чем и обеспечивается планетарное перемешивание клея.

Операции по подаче компонентов клея в клееприготовительное отделение, взвешиванию и загрузке компонентов клея в клеемешалки, по выгрузке клея и подаче его к рабочим местам должны быть максимально механизированы. Части оборудования, соприкасающиеся с клеем, должны быть легкодоступными для очистки, а места очистки должны быть снабжены горячей и холодной водой, специальными сливами и отстойниками. Приготовление больших количеств клея следует производить в изолированном, хорошо вентилируемом помещении.

Лопастной вал клеемешалки устанавливают с возможностью удаления его из бачка, т.е. он может подниматься относительно бачка. В некоторых клеемешалках по высоте перемещают бачок.

Загрузка компонентов в бак осуществляется через крышку или люк, которые снабжены сетчатыми фильтрами, предупреждающими попадание в бак комков, обрывков ткани, бумаги и т.п.

Загрузка компонентов обычно начинается со смол, затем вводят отвердитель и после кратковременного перемешивания (2...3 мин) вводят наполнитель и другие компоненты.

2.2. Клееприготовительные установки периодического действия

Клеемешалки марок КМ40-10 и КМ75-10. Клеемешалки применяются для приготовления клеевых растворов из синтетических компонентов. Клеемешалка имеет бачок с водяной рубашкой. Внутри бачка помещен лопастной вал, который может совершать планетарное движение относительно центральной оси бачка с частотой 40 мин^{-1} и одновременно вокруг своей собственной оси с частотой 50 мин^{-1} .

Высокое качество перемешивания массы обеспечивается в клеемешалках с планетарным приводом. Лопастные валы в таких клеемешалках вращаются с частотой $n = 20...60 \text{ мин}^{-1}$, совершая планетарное вращение вокруг неподвижной шестерни редуктора с частотой $10...20 \text{ мин}^{-1}$.

Бесступенчатое регулирование оборотов обеспечивается гидродвигателем, а подъем и опускание лопастей в бак – гидроцилиндром. Иногда подъемной делают платформу для бака.

Технические характеристики клеемешалок

	КМ40-10	КМ75-10
Объем рабочей емкости для клея, л	40	75
Частота вращения лопастного вала, мин^{-1} . .	30	30
Мощность электродвигателя, кВт	1,1	2,8
Габариты, мм:		
длина	590	2390
ширина	835	1160
высота	1340	1120
Масса, кг	210	600

Клеемешалки с шнековыми смесителями. Клеемешалка включает загрузочную воронку 1 (рис. 1), установленную соосно с емкостью 6, имеющей форму цилиндра или усеченного конуса. Емкость установлена в подшипниковых опорах и может вращаться с помощью электропривода относительно своей оси. В емкости параллельно ее образующих установлено несколько шнеков 3, 5, соединенных с индивидуальными приводами. На дне емкости установлены ребра 4 для направления перемещаемого материала к стенкам. В больших емкостях ребра могут быть заменены вращающейся в плоскости дна лопастью.

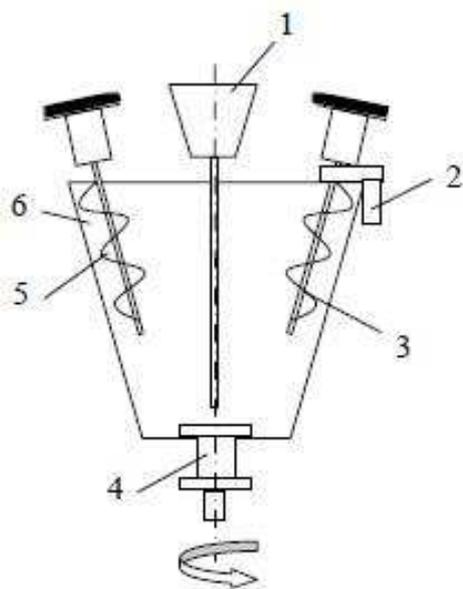


Рис. 1. Клеемешалка с шнековыми смесителями

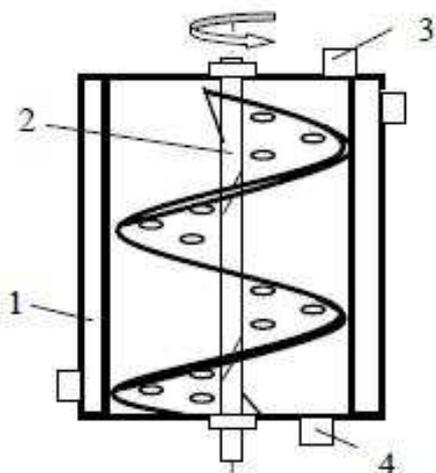
Рис. 1. Клеемешалка с шнековыми смесителями

Шнек 3 снабжен патрубком 2 для разгрузки емкости. Перемешивающее устройство смонтировано на поворотной раме, которая при разгрузке емкости может поворачиваться в сторону разгрузочного патрубка. При работе клеемешалки компоненты клея загружают в емкость 6 через воронку 1. Включают приводы емкости и шнеков. При этом шнеки 3 и 5 перемещают перемешиваемый материал вниз и очищают стенки емкости от налипших частиц. Для разгрузки емкости привод шнека 3 реверсируют, и шнек начинает перемещать клей вверх к разгрузочному патрубку 2.

В мешалках с большими емкостями количество перемешивающих шнеков может быть увеличено до 4 и более.

Среди шнековых смесителей заслуживает внимания смеситель японской фирмы Ниппон экусуран коге К.К. (рис. 2). Смеситель имеет перфорированную спиральную лопатку, закрепленную на приводном валу 2 и помещенную в смесительном баке 1. Бак имеет рубашку, в которой циркулирует холодная вода. Для загрузки и разгрузки бак снабжен патрубками 3 и 4.

Основные размеры шнекового смесителя могут быть установлены из следующих соотношений:



$$D \geq \sqrt{2(d^2 - zd_o^2)} , \quad (1)$$

$$d = (0,7...0,99)D , \quad (2)$$

$$d_o \leq 0,2d , \quad (3)$$

$$t = (0,5...3,0)d , \quad (4)$$

где D – внутренний диаметр смесительного бака, мм;

d – внешний диаметр смесительной лопатки, мм;

d_o – диаметр отверстий в поверхности лопатки, мм;

z – число отверстий в плоскости, перпендикулярной осевому направлению смесительного бака;

Рис. 2. Шнековый смеситель

t – шаг смесительной лопатки, мм.

Так при $d = 400$ мм, $d_o = 60$ мм и $z = 2$ $D = 560$ мм, $t = 300$ мм. Высота бака $h = 1,5t = 450$ мм. Объем бака $V = 57$ л. Частота вращения лопатки $n = 10...20$ мин⁻¹.

При работе смесителя перемешиваемый клей лопаткой поднимается вверх и под действием силы тяжести устремляется вниз по ее спиральной поверхности через отверстия, через зазоры между лопаткой и баком. Компоненты клея при таком движении интенсивно перемешиваются.

Установка для вспенивания клея. Для экономии ненаполненных карбамидных клеев при склеивании фанеры, уменьшения опасности просачивания их через тонкие слои и уменьшения количества вводимой в пакет влаги клей вспенивают. Для этого в смолу вводят такие поверхностно-активные вещества, как пылевидный альбумин, сапонал, некаль и др., в количестве 0,2...1,0% от массы смолы [5].

На рис. 3 показан вспенивающий аппарат, который включает резервуар 2 для клея, снабженный рубашкой 8, мешалку 1 с несколькими решетчатыми лопастями на приводном валу, соединенном ременной передачей 9 с электродвигателем 11. Лопастной вал имеет частоту вращения 250...300 мин⁻¹.

Резервуар 2 имеет загрузочный люк, сливной кран 10 и соединен с трубопроводом сжатого воздуха 7, снабженным манометром 3, краном 4, редуктором 5, маслоотделителем 6.

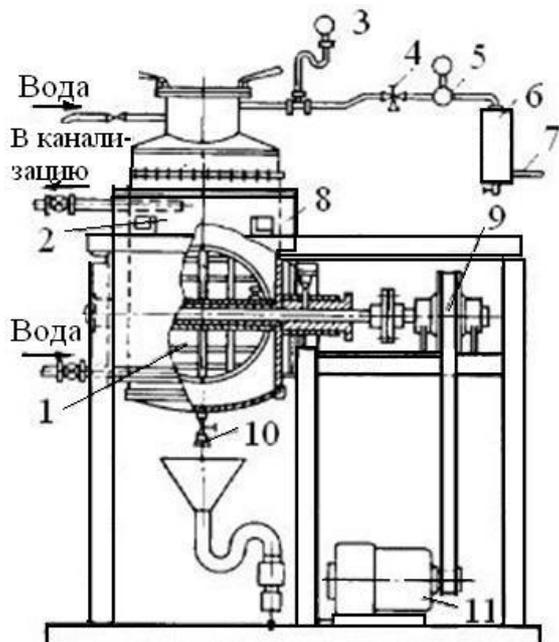


Рис. 3. Вспенивающий аппарат

После загрузки в аппарат смолы и альбумина производят перемешивание компонентов в течение 5...10 мин. Происходит увеличение объема пенообразной смолы в 3...5 раз. После этого в нее добавляют отвердитель и снова перемешивают в течение 5...10 мин. Устойчивость получающейся пены обычно не менее 8 ч.

Если клей имеет $pH < 6,5$, то вспенивание производят под давлением 0,15...0,2 МПа в течение 15...30 мин. Вспенивать клей

можно также, пропуская через него сжатый воздух.

Вспенивание клея уменьшает его расход на 10...15%. Наполненные клеи вспенивают для равномерного распределения в нем наполнителя.

Автоматические клееприготовительные установки. Установки применяются для приготовления больших объемов клея, например, в производстве древесностружечных плит. Создаются они для облегчения труда рабочих, повышения точности дозирования компонентов клея.

Такая установка в общем случае имеет платформенные весы, на которых расположен бак с мешалкой. Бак снабжен трубопроводами для подачи смолы, воды и отвердителя. Доза каждого подаваемого компонента ограничивается соответствующими электромагнитными клапанами, установленными на трубопроводах и управляемыми весами. Для этого на стрелке 15 головок весов предусмотрены флажки, которые по достижении заданной массы компонента в баке перекрывают фотоэлементы, в результате чего последовательно один трубопровод закрывается, а другой открывается.

Отмеренные дозы компонентов перемешиваются в баке мешалкой, а затем клеевой раствор перекачивается насосом в расходные баки, тоже снабженные мешалками.

Недостатки установок периодического действия. Описанные клееприготовительные установки находят применение на производстве, однако они имеют ряд недостатков.

Во-первых, все клеемешалки имеют подвижные части (лопастные валы), контактирующие с клеем. Клей попадает в подшипниковые опоры, сальники, отверждается в них и вызывает их абразивный износ.

Во-вторых, многие производства имеют непрерывный процесс с непрерывным использованием клея, в то время как последний готовится периодически с запасом на некоторый промежуток времени. Это порождает новую проблему – продление жизнеспособности клея. Для этого клееприготовительные и расходные баки снабжены охлаждающими устройствами. Трудности с хранением клея усугубляются при вынужденных аварийных остановках технологического потока. В этом случае в клей приходится вводить добавки, препятствующие его полимеризации.

Клееприготовительные баки, расходные емкости имеют большой объем - до 100...800 л. На их стенках прилипает много клея, который периодически необходимо удалять путем промывки. После промывки в емкостях и трубопроводах остается вода, количество которой трудно учесть, а поэтому первая порция приготовленного клея часто идет в брак. Потери клея на установках периодического действия значительные.

Кроме того, емкости с готовым клеем необходимо закрывать, предохранять от попадания пыли. Установку приходится снабжать вытяжным устройством, так как клей выделяет вредные пары.

Отмеченные недостатки обусловлены самой схемой установки периодического действия. При использовании установок непрерывного действия они могут быть исключены.

2.3. Клееприготовительные установки непрерывного действия

Клееприготовительные установки непрерывного действия предназначены для работы в непрерывно действующих технологических потоках с большим объемом потребляемого клея.

В последние годы для этих целей в мировой практике повсеместно разрабатываются смесители статического действия, которые не имеют подвижных частей и просты по конструкции.

Известно много схем статических смесителей. Одна из них приведена на рис. 4. Смеситель выполнен в виде проходного лабиринта с загрузочными патрубками, например, для смолы, растворителя, отвердителя и выходным патрубком для готового клея. Жидкие компоненты клея, проходя под давлением через лабиринт, интенсивно перемешиваются во всем объеме.

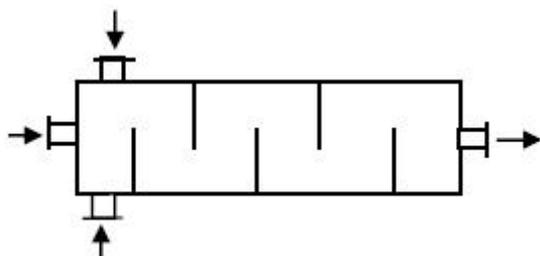


Рис. 4. Схема смесителя статического действия

Если указанный лабиринт выполнить не прямым, а расходящимся по спирали, то получится компактный и простой по конструкции смеситель.

Отечественная промышленность выпускает клееприготовительную установку с лабиринтным смесителем непрерывного действия марки ДКС-1. Смеситель установки показан на рис. 5. Он включает корпус 3, кран 1, обратные клапаны 4, 5, ниппели 2, 12, 11 для подачи раствора смолы, отвердителя к лабиринтному каналу и готового клея к потребителям.

Лабиринтный канал образован системой отверстий, имеющих в дисках 7, 8, зажатых между крышками 6, 10 и прокладкой 9 [6].

Все отверстия дисков одинакового диаметра. Ширина промежутков между смежными отверстиями равна около $1/4$ диаметра отверстий. Промежутки одного диска располагаются примерно у центров отверстий другого диска так, что смесь компонентов может перетекать через образованную диафрагму из отверстия одного диска в смежное отверстие другого диска. Благодаря многократным сужени-

ям, расширениям и поворотам потока компоненты клея достаточно хорошо перемешиваются, образуя однородный клей. Из последнего отверстия диска 8 полученный клей через единственное отверстие прокладки 9 попадает в кольцевую камеру крышки 10, из которой через ниппель 11 поступает к потребителям.

Кран 1 смесителя служит для контроля работы насосов, а также для промывки смесителя. Все детали смесителя, соприкасающиеся с компонентами и готовым клеем, выполнены из нержавеющей стали. Габаритные размеры смесителя - 290×290×395 мм, масса - 20 кг.

Смеситель для удобства эксплуатации устанавливается на стойке, на ней же крепятся ротаметр и контрольный фильтр с манометром.

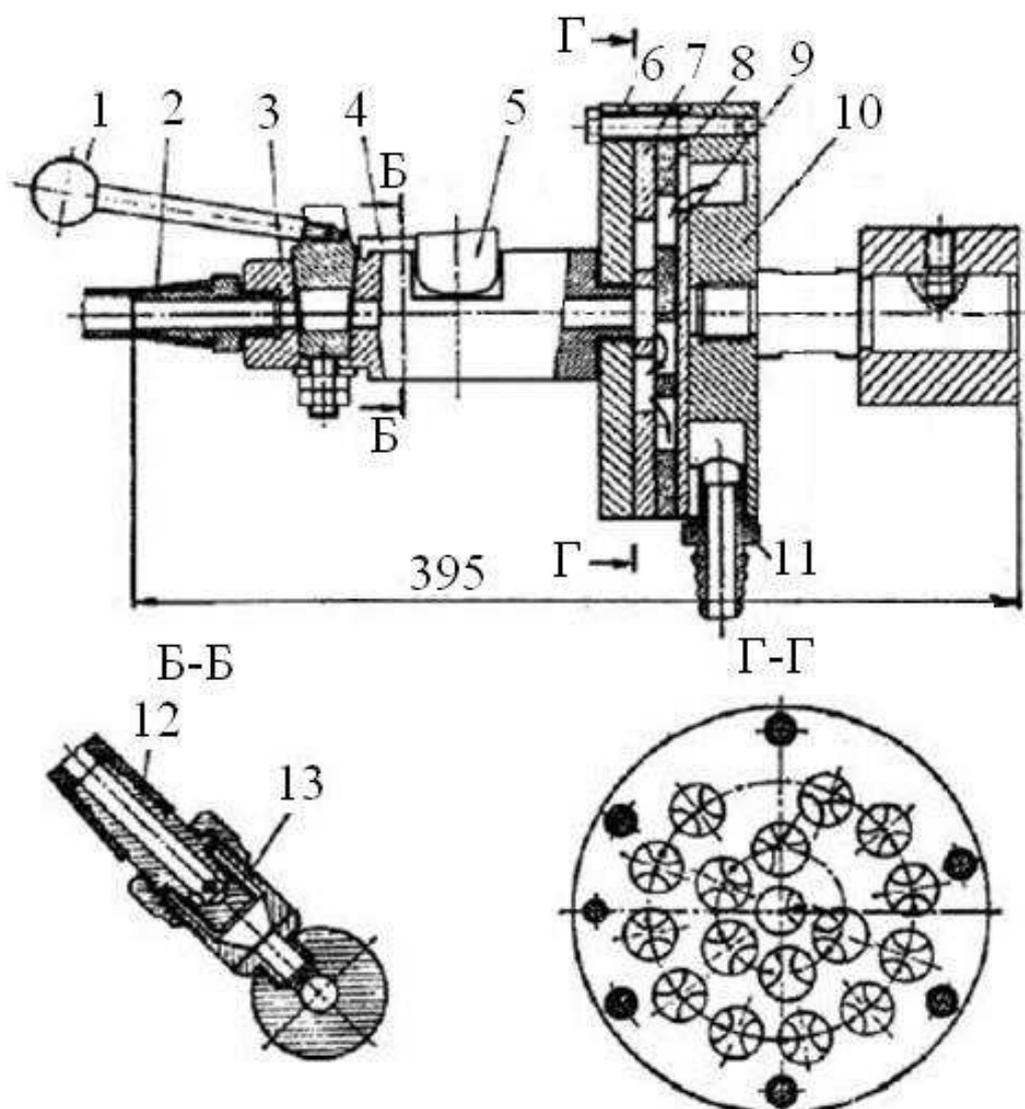


Рис. 5. Лабиринтный смеситель ДКС-1

Техническая характеристика установки ДКС-1

Производительность, л/мин	3...16
Число отводов для присоединения потребителей	4
Мощность электродвигателей насосов, кВт	2,47
Габаритные размеры установки (без насосов), мм	550x460x1260
Масса, кг	285

Установка ДКС-1 является надежной, простой и наиболее дешевой. В ней нет автоматических кранов, сигнализационных датчиков и других устройств, требующих постоянного ухода. Установка обеспечивает постоянный контроль не только работы насосов-дозаторов, но и качества исходных компонентов. Все это позволяет сократить более чем в 2 раза количество обслуживающего персонала и снизить требования к его квалификации.

Одним из факторов надежности установки является отсутствие в смесителе вращающихся частей, уплотнения и опоры которых работают в тяжелых условиях смазки клеем, а не маслом. Лабиринтный смеситель работает по проточному принципу, в нем нет тупиков, поэтому на его стенках не образуются отложения. Если по каким-нибудь причинам произойдет отложение клея на стенках лабиринтного канала, то смеситель легко разбирается, и его детали могут быть очищены от клея.

Лабиринтный смеситель обладает определенным гидравлическим сопротивлением, величина которого зависит от вязкости подаваемой смолы и образующегося клея. Если при работе установки по каким-нибудь причинам изменяются свойства подаваемой смолы и отвердителя или снизится производительность насосов-дозаторов, то вследствие изменения перепада давления в смесителе показания отклонения манометра установки изменятся. Это послужит сигналом для устранения неполадок.

Уход за установкой несложен. Так, перед пуском через кран 1 продувают смеситель сжатым воздухом, тем самым исключается разбавление клея промывочной водой. Для промывки смесителя при длительной остановке через кран 1 пропускают теплую, а затем холодную воду.

Насосы-дозаторы установки могут монтироваться на складе и, помимо дозирования компонентов, в этом случае они обеспечивают их подачу со склада. Этим самым отпадает необходимость в специальных системах подачи компонентов в клееприготовительное отделение.

Резиновая трубка 13 на ниппеле 12 образует обратный клапан, который исключает самопроизвольное перетекание компонентов по магистралям. Благодаря этому расходные баки компонентов могут устанавливаться не только ниже насосов-дозаторов, но и выше их. Это позволяет легко привязывать установку к существующей компоновке оборудования в цехе. Установка работает под давлением, и поэтому она герметизирована, что уменьшает выделение вредных для здоровья рабочих паров. Затраты на вентиляцию помещений при использовании установки сокращаются.

В установке практически не происходит потери клея. Смеситель имеет малый объем (около 0,2 л), в результате чего запас приготовленного клея составляет 1-2 л.

Установка может быть использована для приготовления быстротвердеющих клеев.

Контрольные вопросы

1. Какие технологические операции включает способ приготовления клея?
2. Как продлить жизнеспособность клея?
3. Чем отличаются клеешалки марок КМ40-1 и КМ75-1?
4. Как работает установка для вспенивания клея?
5. Какие клееприготовительные установки называются статическими?

3. Клеенаносящие машины

3.1. Расход клея при склеивании

В техническом процессе изготовления клееных изделий из древесины операция нанесения клея относится к числу важнейших. От нее зависят расход клеевых материалов, производительность труда, качество продукции и культура производства.

Расход клея на изделие зависит от общей площади клеевых швов в нем. Так, например, при склеивании на пластъ заготовок толщиной 50 мм на 1 м³ клееной древесины расходуется 10...12 кг клея,

при толщине заготовок 30 мм - 15...20 кг, при толщине 20 мм - более 30 кг. В фанерном производстве стоимость клея составляет около 20% от себестоимости фанеры. Поэтому с экономической точки зрения необходимо стремиться к уменьшению расхода клея.

С другой стороны, расход клея оказывает существенное влияние на прочность клеевого соединения. При очень малом нанесении клеевой слой может оказаться прерывистым, когда на отдельных пятнах поверхности клей будет отсутствовать. Тонкой пленки будет недостаточно для необходимого смачивания и пропитки поверхности древесины. В результате произойдет так называемое "голодное" склеивание, которое приведет к непроклейке, к снижению прочности соединения.

При явно увеличенном расходе образуется утолщенный клеевой слой, в котором после прессования возникают значительные внутренние напряжения, обуславливающие появление множества микротрещин. Образование этих трещин связано с усадкой клеевой пленки, т.е. сокращением ее в объеме.

В тонких клеевых пленках усадка незначительна и объемные напряжения играют небольшую роль. Кроме того, в тонких клеевых пленках адгезионные связи значительно сильнее, чем в толстых, молекулы клеевого вещества в них, ориентируясь, способствуют более прочному склеиванию поверхностей.

Все сказанное указывает на то, что на склеиваемые поверхности должны наноситься тонкие слои клея. Однако величина удельного расхода клея не может быть установлена единой для всех случаев склеивания. Она зависит от целого ряда факторов: влажности древесины и шероховатости склеиваемой поверхности, толщины склеиваемых заготовок, вида соединения, вязкости и вида клея, способа и режимов его нанесения, продолжительности сборки и запрессовки. Поэтому в каждом конкретном случае расход клея следует устанавливать с учетом указанных факторов. Так, оптимальная толщина клеевого слоя для клеев животного и растительного происхождения, имеющих значительную усадку, составляет 0,08...0,15 мм, в среднем 0,1 мм, а для клеев фенолоформальдегидных и резорциновых, имеющих небольшую усадку, - 0,10...0,20 мм, в среднем 0,15 мм.

Для пористых древесных пород, толстых заготовок, а также поверхностей с большим значением неровностей требуется увеличить расход клея. Клеевой слой должен заполнить все неровности, как микронеровности, так и макронеровности, и выровнять поверхность, чтобы обеспечить надежный контакт сопрягаемых заготовок. В тонких заготовках неровности склеиваемых поверхностей под давлением могут быть разглажены, и расход клея можно уменьшить.

При склеивании фанеры расход карбамидного клея может быть достаточным в количестве 70...90 г/м². Если же склеивание сопровождается предварительной холодной подпрессовкой пакета, то удельный расход клея должен быть увеличен до 90...100 г/м², так как увеличение времени от момента нанесения клея до горячего прессования приводит к повышению его расхода на пропитку древесины.

Впитывающая способность древесины особенно велика по торцевой поверхности. Перерезанные волокна древесины длительное время интенсивно впитывают жидкий клеевой раствор. Это приходится учитывать при склеивании изделий на шипах. В шиповых соединениях норма расхода клея колеблется от 450 г/м² до 1370 г/м² в зависимости от вида клея и способа нанесения.

При склеивании брусковых деталей по кромке и пласти норма расхода клея находится в пределах 250...350 г/м². Для облицовывания мебельных щитов шпоном расходуют 150...210 г/м² клея.

Как видно из сказанного, нормы расхода клея, наносимого на склеиваемые поверхности, невелики, и они еще могут быть уменьшены при совершенствовании способов нанесения. Для равномерного и дозированного нанесения клея современные станки снабжены специальными дозировочными устройствами.

3.2. Классификация клеенаносящих машин

Для нанесения клея на склеиваемые поверхности древесины в отечественной и зарубежной практике применяются разнообразные по конструкции машины. Многообразие машин обусловлено различными факторами, влияющими на конструкцию машины и связанными с типом используемого клея, формой склеиваемых поверхностей, производительностью технического оборудования, требованиями к качеству склеивания и расходу клея.

Для конкретных условий производства рациональным будет ограниченный круг клеенаносящих машин. Для облегчения их выбора и изучения на рис. 6 представлена схема классификация, которая включает разделение станков на классы, подклассы, группы и подгруппы.

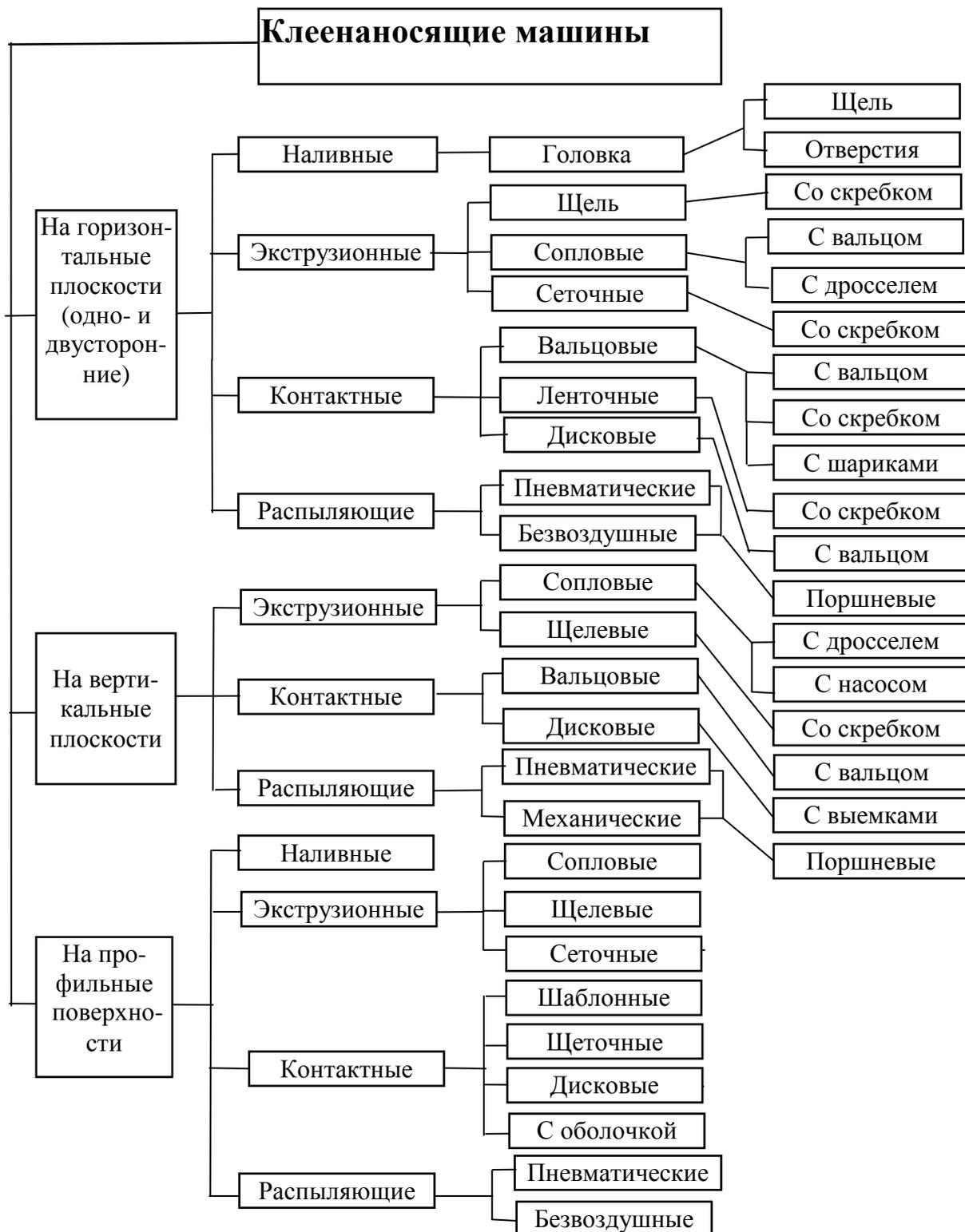


Рис. 6. Схема классификации клеенаносящих машин

Класс машин определяется их функциональным назначением. По этому признаку можно выделить три класса машин: для нанесения клея на горизонтальные плоскости с одной или с двух сторон, для нанесения клея на вертикальные плоскости и для нанесения клея на профильные поверхности.

Подкласс машин определяется способом нанесения клеевого материала. По этому признаку все машины можно разбить на экструзионные, контактные, распыляющие и наливные.

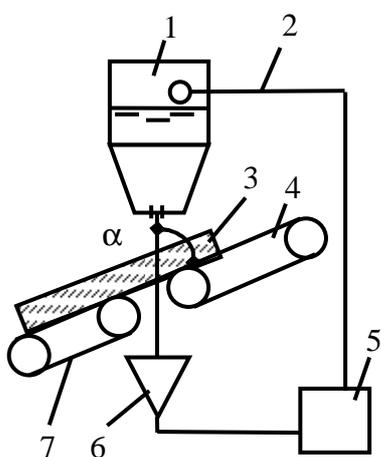
Группа машин характеризуется конструкцией клеенаносящего органа. По этому признаку можно выделить следующие группы машин: щелевые, сопловые, сеточные, вальцовые, ленточные, дисковые, пневматические, шаблонные, щеточные и т.д.

Подгруппа машин определяется конструкцией дозирующего органа, который может быть выполнен скребковым, вальцовым, шариковым, поршневым, дисковым и т.д.

Приведенная схема классификации охватывает основные типы клеенаносящих машин. Конструктивно они выполнены разнообразно. Разнообразие исполнения наблюдается даже в пределах подгруппы. Однако применение признаков функционального назначения, способа нанесения клея, клеенаносящего и дозирующего органов позволяет выделить конкретную машину из большой массы и отнести ее к тому или иному классу.

3.3. Машины для нанесения клея на горизонтальные плоскости

Наливные машины. На рис. 7 показана схема станка для налива клея на верхнюю пластъ детали. Способ налива заключается в пропуске заготовки через вертикальную клеевую струю, вытекающую из донной щели наливочной головки.



пуске заготовки через вертикальную клеевую струю, вытекающую из донной щели наливочной головки.

Рис. 7. Схема клееналивной машины

В наливочном машине клей подается насосом по трубопроводу 2 из резервуара 5 в наливочную головку 1 с регулируемой донной

щелью. Из донной щели головки клей вытекает в виде сплошной широкой струи, падающей в лоток 6.

Деревянная заготовка 3 транспортерами 4, 7 проносится через клеевую завесу. Клей ровной пленкой ложится на ее поверхность.

Для поддержания вязкости клея на требуемом уровне к нему все время добавляют некоторое количество свежего клея.

Описанная машина отличается простотой конструкции, в ней нет трущихся деталей. Она удобна в эксплуатации, так как не требует смазки, легко очищается от остатков клея, не требует перенастройки при изменении толщины заготовки. Регулирование расхода клея достигается изменением скорости подачи заготовок. Толщина наносимого при этом клеевого слоя зависит от скорости истечения клея, его вязкости (80...100 с по ВЗ-4), коэффициента поверхностного натяжения, скорости подачи заготовок. С увеличением скорости истечения клея, повышением его вязкости и уменьшением скорости подачи заготовок толщина наносимого клеевого слоя возрастает.

Установлено, что в качестве клеенаносящего узла машины целесообразнее применять наливочную головку с донной щелью, позволяющей наносить высоковязкий клей под давлением. При этом для предотвращения разрыва струи в момент взаимодействия ее с поверхностью заготовки последнюю рекомендуется подавать под углом $\alpha = 65...85^\circ$ к падающей струе. Высота падения струи должна находиться в пределах 60...100 мм, скорость подачи шпона - 1,5...3,3 м/с, ширина донной щели наливочной головки - до 3,0 мм, давление клея в головке - не менее 0,1 МПа, рабочая длина донной щели должна превышать ширину подложки не менее чем на 125 мм.

Хорошее качество облива достигается при удельном расходе клея на поверхность шпона 70...90 г/м².

Использование метода облива в производстве позволяет, по данным Смольникова В.Н., увеличить производительность труда на участке клеенанесения, сократить расход клея более чем на 20%, повысить качество продукции и культуру производства.

В производстве деревянных клееных конструкций используют наливной станок, показанный на рис. 8.

Применяемые клееналивные машины состоят из колесной платформы 1, на которой смонтирован насос 6 с электродвигателем 7 для перекачки клея из клеевого бака 2 в клееналивную трубу 3 по гибкому шлангу 5. Клееналивная труба имеет 2 ряда перфорированных отверстий, через которые вытекает

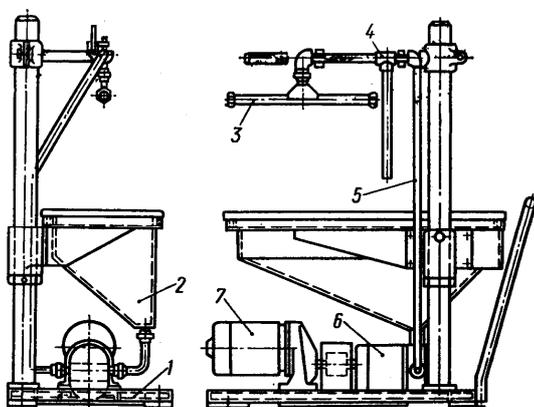


Рис. 8. Клееналивная машина

клей на пластъ заготовки. Для регулирования давления клея при его нагнетании в клееналивную трубу имеется отводной трубопровод с запорным краном 4. В требуемое положение трубу можно установить путем перемещения ее по вертикальным или горизонтальным направляющим.

Количество наносимого клея можно регулировать изменением скорости подачи заготовок, давления в наливной трубе и количества клея, подаваемого в клееналивную трубу.

Техническая характеристика клееналивной установки

Размеры заготовок или слоев:

длина, м	2,5...20
ширина, м	80...200
толщина, мм	16...80
Число тактов	До трех в минуту
Скорость подачи, м/мин	30...150 (регулируемая)
Расход клея, г/м ²	400...600

Экструзионные клеенаносящие машины. Из экструзионных наиболее изученными являются сопловые клеенаносящие машины с разравнивающим вальцом (рис. 9).

Машина включает два транспортера 1 и 6, экструзионную головку 3 с трубопроводами 2 для клея и сжатого воздуха и соплами 4. Сбоку от транспортера смонтированы разравнивающие вальцы 7, а под экструдером 3 расположен сборный лоток 8 для клея.

При работе машины клей из экструзионной головки 3 выдавливается сжатым воздухом через сопла 4 и в виде жгутиков падает в сборный лоток 8. Если транспортеры 1 и 6 будут подавать заготовку,

то жгуты 5 упадут на нее. Количество клея в жгуте около 10...12 г/м. При подаче заготовки в разравнивающие вальцы 7 клей равномерно распределяется по поверхности. Исследованиями Т.В. Шевандо (ЦНИИФ) установлено, что наилучший результат получается при давлении вальцов 0,13...0,24 МПа и скорости их вращения до 30 м/мин.

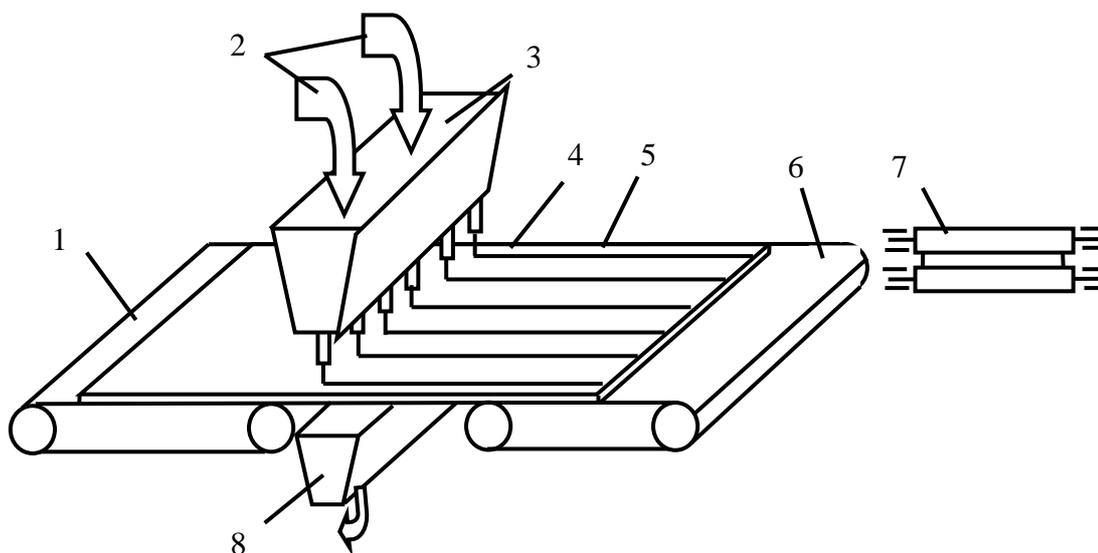


Рис. 9. Экструзионная клеенаносящая машина с разравнивающим вальцом

Данный способ нанесения клея позволяет регулировать его расход в широких пределах. Если клей предварительно вспенен ($\rho = 0,25...0,3 \text{ г/см}^3$), создается возможность снизить его расход до $55...60 \text{ г/м}^2$ и повысить прочность склеивания.

В настоящее время выпускается автоматизированная **экструзионная установка для дозированного нанесения клея на плоские поверхности**. Установка предназначена для одностороннего нанесения однокомпонентных полиуретановых клеев на поверхность заготовок при производстве строительных материалов типа «сэндвич». Установка позволяет наносить клеи с различной степенью вязкости.

Экструдер установки выполнен в виде трубы с соплами и может подниматься-опускаться по высоте гидроцилиндром (рис. 10). Работа экструдера регулируется микропроцессорной системой управления и программами. Параметры работы установки визуальнo отражаются на ЖК-дисплее.



Рис. 10. Экструзионная клеенаносящая установка

Техническая характеристика

Плотность нанесения клея, г/м ²	от 60
Расстояние между полосами нанесения клея, мм	от 10
Ширина нанесения клея, мм	до 1500
Производительность дозатора по клею, см ³ /мин	до 800
Площадь покрытия клеем заготовки после прес- сования, %	до 100
Установленная мощность, кВт	0,65
Габаритные размеры установки, мм	6500x3500x1500
Масса, кг	550

Вальцовые клеенаносящие машины. Для нанесения клея на горизонтальные плоскости наибольшее распространение получили машины

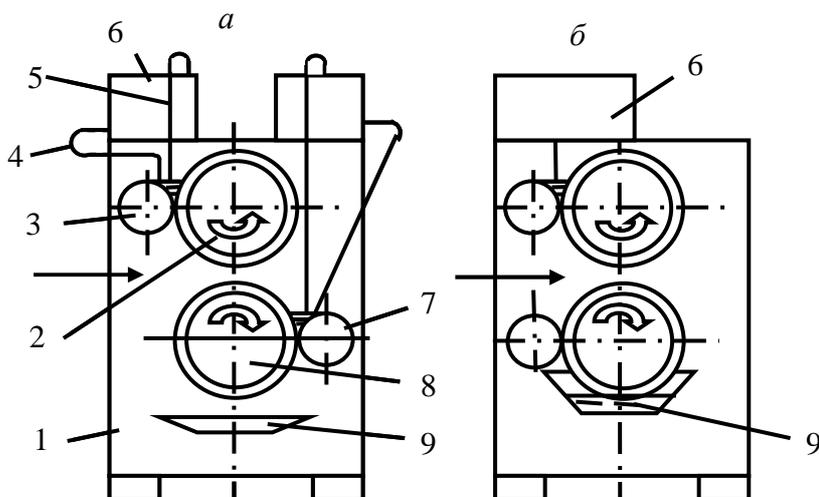


Рис. 11. Клеенаносящие вальцы: *а* – с подачей клея из баков; *б* – с подачей клея из бака и корыта

с контактным способом переноса клея. Они выполняются как односторонними, когда клей переносится только на верхнюю или на нижнюю поверхности заготовки, так и двусторонними, когда клей наносится на обе пласти.

Вальцовые машины являются самыми распространенными (рис. 11). Клеенаносящая вальцовочная машина включает станину 1, верхние 2 и нижние 8 клеенаносящие вальцы с соответствующими им дозирующими валиками 3 и 7. Под нижним вальцом обычно устанавливается корыто 9, а сверху на станине размещаются два бака 6 для клея, подаваемого самотеком к вальцам по трубопроводам 4. В системе клеепитания станка использован принцип гидрозатвора (рис. 11, а). Для этого баки 6 герметично закрыты крышками, а через них выходят воздухопроводы 5, нижние концы которых устанавливают на допустимом уровне клея в пространстве между наносящим и дозирующим вальцами.

Клей вытекает из баков по трубопроводам 4, и, когда уровень клея поднимается до допустимой границы, клей перекроет нижний конец воздухопровода, и воздух не сможет поступать в бак. В баке образуется вакуум, и вытекание клея из него прекращается, пока в нижний конец воздухопровода опять не попадет воздух.

Выпускаются машины и с другой системой клеепитания (рис. 11, б). В них нижний клеенаносящий валец получает клей из корыта, для чего он погружен в клей. Верхний клеенаносящий валец получает клей из ванны, образованной клеенаносящим вальцом, дозирующим валиком и щечками по краям вальца и валика. В корыто и ванну клей подается периодически самотеком из бака 6.

В зависимости от вида применяемого клея поверхности клеенаносящих вальцов выполняют гладкими или рифлеными. Рифление способствует лучшему удержанию клея на поверхности вальца и более ровному его распределению.

Рифление делают кольцевым или винтообразным. Профиль его может быть дуговым, прямоугольным, треугольным, трапециидальным. Проточки делают глубиной 0,5...1,0 мм и шагом 1,5...3,2 мм.

В последнее время поверхности вальцов стали покрывать двумя слоями резины. Внутренний слой (более толстый) изготавливается из мягкой резины, а наружный (тонкий) - из более жесткой. Это позволяет повысить равномерность нанесения клея и увеличить срок службы рубашек.

Дозировочные валики выполняются гладкими стальными хромированными или покрываются слоем жесткой резины. Для дозиро-

вания клея валики снабжаются механизмом, например эксцентриковым, позволяющим регулировать зазор между клеенаносящим и дозирующим вальцами.

Привод вальцов осуществляется с помощью зубчатых или карданных передач.

Кроме того, привод вальцов назначается так, чтобы окружная скорость дозирующих вальцов была меньше, чем у наносящих. Это соотношение выбирается для каждого конкретного случая и назначается в пределах $1/10 \dots 1/30$.

Замедление окружной скорости дозирующих вальцов позволяет значительно снизить расход клея при равномерном его распределении по поверхности заготовки. Например, в станке модели VAG фирмы Роберта Бюркле расход клея достигает 40 г/м^2 .

Рыбинский завод деревообрабатывающих станков выпускает клеенаносящие вальцовые станки шести типоразмеров: модели KB2-1, KB4-1, KB9-1, KB14-1, KB18-1, KB28-1.

Станки предназначены для нанесения фенольных, карбамидных, белковых и других клеев на листовые материалы, плиты и различные детали из древесины. Они могут применяться на предприятиях мебельной промышленности, в производстве строительных деталей, клееных деревянных конструкций и т.п.

В промышленности широкое применение получили станки моделей KB9-1, KB14-1 и KB18-1. Станки модели KB9-1 применяются в мебельном производстве, модели KB14-1 – в мебельном и производстве столярно-строительных изделий, модели KB18-1 – в фанерном и мебельном производствах. Эти станки выпускаются для нужд народного хозяйства и на экспорт.

Клеенаносящие вальцы выполняются обрешиненными для работы на белковых и карбамидных клеях или металлическими хромированными – для нанесения фенолоформальдегидных клеев. Привод клеенаносящих вальцов осуществляется от электродвигателя через червячный редуктор и цепную передачу. Дозирующие валики получают привод от вальцов посредством зубчатых колес.

Клеенаносящие вальцы выполнены диаметром 280 мм, дозирующие – 210 мм. Общая установленная мощность станка – 1,1 кВт.

Остальные показатели технических характеристик приведены в табл. 3.

Таблица 3

Технические характеристики отечественных клеевых вальцов

Показатели	Модели					
	КВ2-1	КВ4-1	КВ9-1	КВ14-1	КВ18-1	КВ28-1
Длина клеенаносящих вальцов, мм	200	400	900	1400	1800	2800
Размеры заготовки, мм:						
длина наименьшая	300	300	350	500	500	600
толщина	0,3-60	0,3-60	0,3-60	0,3-60	0,3-60	0,3-60
Скорость вращения клеенаносящих вальцов, м/с	0,25-0,57	0,25-0,57	0,25-0,57	0,25-0,57	0,25-0,57	0,25-0,57
Габариты станка, мм:						
длина	1030	1230	1760	2260	2660	3800
ширина	780	780	780	780	780	780
высота	1480	1480	1480	1480	1480	1480
Масса, кг	970	1030	1370	1570	1750	2400

На предприятиях России находят применение многие импортные машины. Например, клеенаносящая машина S1R 250, предназначенная для нанесения клея на плоские заготовки снизу (рис. 12). Она легко встраивается в технологический поток производства продукции (производство мебели, клееного бруса, щитовых изделий и т.д.)



Рис. 12. Клеенаносящая машина модели S1R 250

Техническая характеристика машины S1R 250

Максимальная ширина заготовки, мм	250
Количество клеенаносящих роликов, шт	1
Диаметр клеенаносящих роликов, мм	150
Скорость подачи, м/мин	28
Мощность двигателя, кВт	0,2
Масса, кг	100
Габаритные размеры, мм	500×700×850

Для нанесения клея на широкие детали с двух сторон используется машина модели МН (рис. 13) (Китай).

Техническая характеристика машины

	МН- 6213А (WT- 1300)	МН- 6240 (WT- 400)	МН- 6204	МН- 6210
Максимальная ширина детали, мм	1300	400	400	1000
Максимальная толщина детали, мм	80	80	-	80
Диаметр роликов, мм	200	200	130	200
Скорость подачи, м/мин	16	16	10	16
Мощность двигателя, кВт	1,5	1,5	0,75	2,2
Длина станка, мм	1900	1300	3600	1850
Ширина станка, мм	900	900	900	900
Высота станка, мм	1360	1370	1250	1400
Масса, кг	850	700	470	800



Рис. 13. Клеенаносящая машина модели МН6213В

3.4. Устройства для нанесения клея на вертикальные плоскости

Клеенаносящие устройства для нанесения клея на вертикальные плоскости могут быть встроены в линии по облицовке кромок мебельных щитов или в линии по склеиванию брусковых заготовок по ширине.

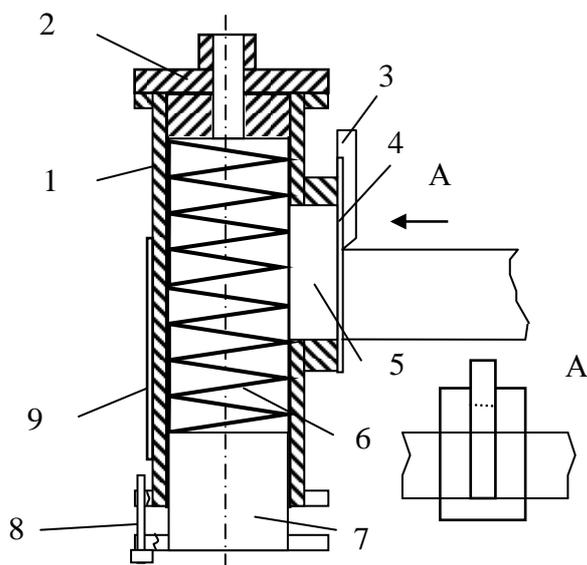


Рис. 14. Клеенаносящее экструзионное устройство с пружиной-дозатором

На рис. 14 показано клеенаносящее экструзионное устройство. Оно включает полый корпус 1, заглушку 2 с клееподводящим каналом, пружину 6 и упор 7, вставленные в полость корпуса. Упор может перемещаться в корпусе регулировочным винтом 8, конец которого движется относительно миллиметровой линейки 3. В корпусе имеется щель 5, которая может быть открыта на заданный размер с помощью выдвинутой линейки 3, удерживаемой направляющей 4.

При настройке устройства винтом 8 упор 7 вводят в полость корпуса. Пружина 6 сжимается, межвитковые зазоры ее становятся такими, что способны пропускать только заданную порцию клея.

Клей под давлением, например, самотеком из поднятой на некоторую высоту емкости, подается в полость пружины 6 и через ее межвитковые зазоры и щель 5 вытекает дозированно наружу к заготовке и размазывается по ней направляющей 4.

Клей под давлением, например, самотеком из поднятой на некоторую высоту емкости, подается в полость пружины 6 и через ее межвитковые зазоры и щель 5 вытекает дозированно наружу к заготовке и размазывается по ней направляющей 4.

Из подкласса контактных клеенаносящих станков на рис. 15 показан вальцовый станок с дозирующим валиком. Конструктивно эти станки выполняются разнообразно. Общим для них является то, что дозирующий валик 4 передает определенное количество клея наносящему валику 3, а последний переносит его на кромку детали 2. Для питания клеем дозирующего валика в последнее время часто предлагают метод облива. Для этого насос 6 забирает клей из ванны 5, пере-

дает его по трубопроводу 1, и струя клея обливает дозирующий валик. Излишки клея стекают в ванну.

На рис. 16 приведено дисковое клеенаносящее устройство, предназначенное для нанесения клея на кромки мебельных щитов при облицовке их шпоном. Устройство состоит из тонкого стального диска 2, закрепленного на приводном горизонтальном валу, и бака 1 с клеем.

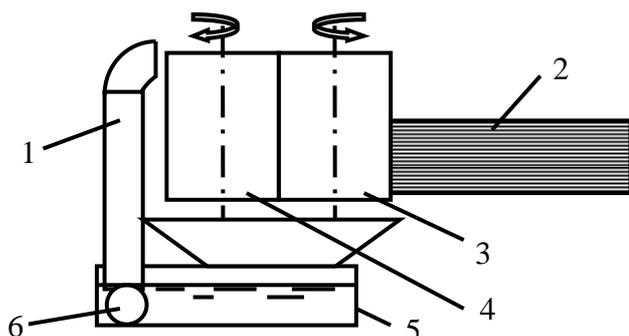


Рис. 15. Вальцовое клеенаносящее устройство

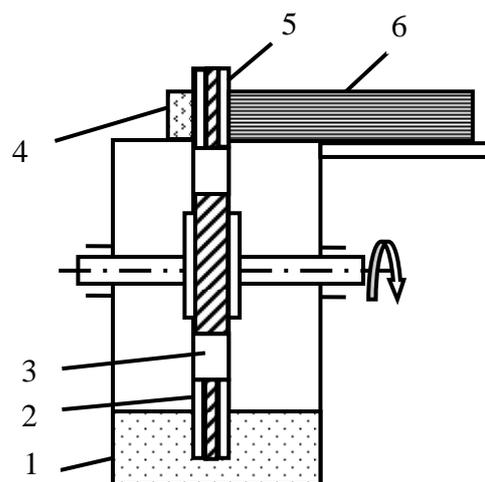


Рис. 16. Дисковое клеенаносящее устройство

Диск толщиной 1...2 мм имеет по окружности несколько отверстий 3 с радиально направленными в сторону периферии пазами 5. Пазы глубиной 0,3...0,6 мм имеются на обеих плоскостях диска. Они позволяют дозированно переносить клей из бака на обе склеиваемые поверхности детали 6 и полосы шпона 4.

Устройство улучшает втирание клея в поры склеиваемых поверхностей.

3.5. Устройства для нанесения клея на профильные поверхности

Устройства этого класса предназначены для нанесения клея на поверхности отверстий, пазов, шипов, цилиндров и других элементов склеиваемых конструкций. Наиболее часто возникает потребность наносить клей на зубчатые шипы и пазы. Для этих целей может быть применено щеточное устройство (рис. 17,а).

Устройство включает щетку 3, соединенную с приводом, клееподводящую перфорированную трубу 2 и сборник 1 для стекающего клея.

При работе клей насосом нагнетается в клееподводящую трубу и через перфорированные отверстия обливает вращающуюся щетку. Заготовка 4 с зубчатыми шипами или пазом перемещается относительно щетки и получает порцию клея. Излишки клея стекают в сборник 1.

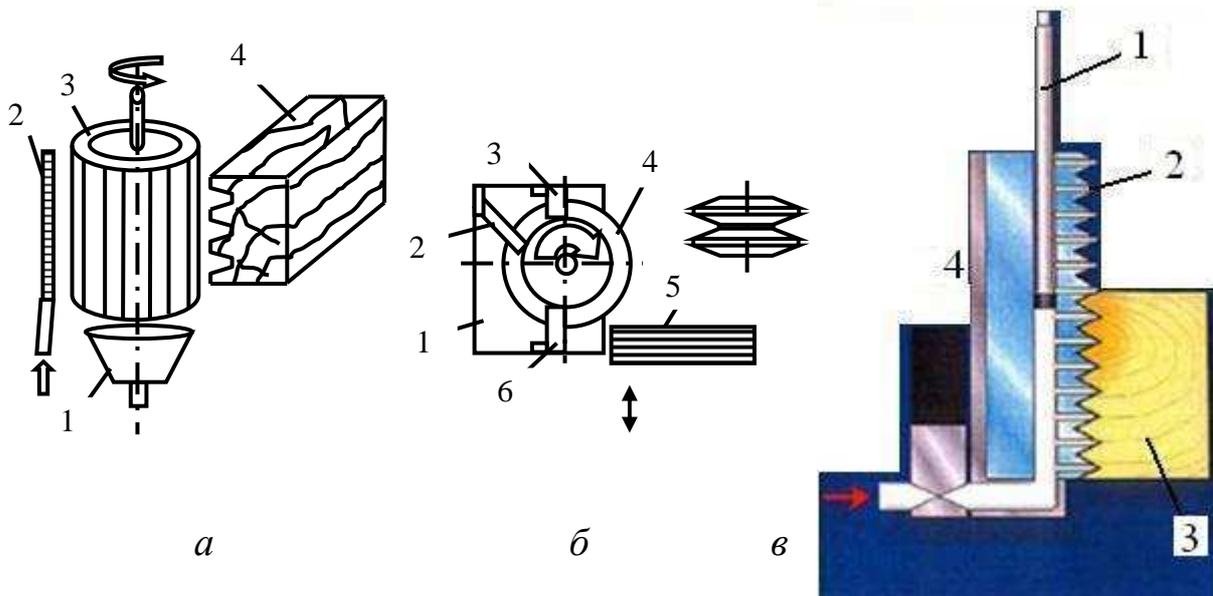


Рис. 17. Нанесение клея на профильные поверхности:

а – щеткой; б – дисками эластичными; в – экструзионной гребенкой

Дозирование клея можно выполнить только изменением количества подаваемого клея в перфорированную трубу 2.

На рис. 17,б приведено дисковое устройство для нанесения клея на зубчатые шипы. В корпусе 1 устройства смонтирован приводной вал с набором резиновых дисков 5, которые имеют профиль шипов. Для предотвращения вытекания клея из корпуса диски контактируют с уплотнительной гребенкой 6. Направляющая и скребковая гребенки 2 и 3 обеспечивают дозированную выдачу клея из корпуса.

Вращающиеся резиновые диски, проходя через дозирующую гребенку, уносят с собой порцию клея и размазывают его по поверхности шипов заготовки 4.

Клей наносят также экструзионным способом (рис. 17,в) зубчатой гребенкой. Клей под давлением проходит в корпусе 4 гребенки и через ее зубья 2 выходит наружу и смазывает поверхность шипов за-

готовки 3. Плунжер 1 настраивается по высоте детали и ограничивает подачу клея в выше расположенные зубья гребенки.

3.6. Эксплуатация клеенаносящих станков

Клеенаносящие станки необходимо систематически очищать от клея (еще до полной потери им жизнеспособности - гелеобразования), так как клеи, перешедшие в гелеобразное состояние, полностью теряют растворимость и могут очищаться только механическим путем или едкими жидкостями. Резорциновые клеи хорошо смываются водой, фенольные - 10...50%-ным раствором воды и кальцинированной соды с последующей промывкой водой или ацетоном.

В процессе работы резиновая оболочка клеенаносящего вальца истирается. Образующая поверхность вальца становится вогнутой, в результате чего зазор между наносящим и дозирующим вальцами изменяется по их длине. Точность дозирования наносимого клея понижается. Такие вальцы следует снять и проточить на токарном станке.

4. Пропиточные машины

Пропитанные синтетическими смолами бумаги широко применяются в различных отраслях промышленности, но особенно в мебельной промышленности и строительстве. Например, большинство мебельных облицовочных пленок изготавливаются путем пропитки декоративных бумаг полиэфирными, акриловыми и меламиновыми смолами

Пропитка бумаг осуществляется на специальных автоматических пропиточных линиях, которые в нашей стране не выпускаются и ранее преимущественно импортировались. Большинство пропиточных линий эксплуатируемых сейчас в России и в странах СНГ были смонтированы еще в советский период и сегодня они нуждаются в замене или модернизации.

Пропиточные линии представляют собой сложные крупногабаритные агрегаты состоящие из устройств размотки и подачи бумаги, одной или нескольких пропиточных ванн, сушильных машин, отрезных, укладочных, намоточных и других устройств.

Пропиточные установки европейского производства стоят дорого. Поэтому в 2009 году по просьбе отечественных предприятий

была проведена специальная поисковая работа для подбора альтернативных поставщиков пропиточного оборудования. В результате были установлены партнерские отношения с ведущим производителем пропиточных линий в Китае - компанией Nantong New Century Mechanical and Electrical Co. Ltd. Общий вид пропиточной линии этой компании показан на рис. 18.



Рис. 18. Пропиточная линия (китай)

В общем виде линия для получения пленочных клеев, защитно-декоративных и защитных пленок на основе бумаг включает следующие устройства: размоточное устройство, узел пропитки, сушилки, охлаждающее устройство, наматывающее устройство или узел резки

пленки по длине и укладки в стопу. Некоторые машины включают еще узел лакирования и сушилку лаковых покрытий [10].

В зависимости от конструкции сушилки машины делят на горизонтальные и вертикальные. Горизонтальная машина занимает большую производственную площадь (ее длина 40...45 м, высота - около 4,5 м), вертикальная машина занимает меньшую производственную площадь, ее длина около 17 м, но высота сушилки достигает 15 м. Для работы на вертикальной машине требуется прочная бумага, так как пропитанная мокрая бумага в сушилке обрывается от собственного веса.

В производстве бумажно-смоляных пленок широкое распространение получили пропиточные машины горизонтального типа (рис. 19).

Рулон бумаги в размоточном устройстве закрепляют на оси 1, которую продевают через гильзу рулона и фиксируют зажимными конусами. Для натяжения бумажного полотна рулон притормаживают. Современные конструкции пропиточных машин имеют двухпозиционное размоточное устройство и приспособление для склейки концов бумажной ленты. При смене рулонов оставшийся конец бумаги склеивают с началом бумажного полотна нового рулона с помощью двухсторонней липкой ленты.

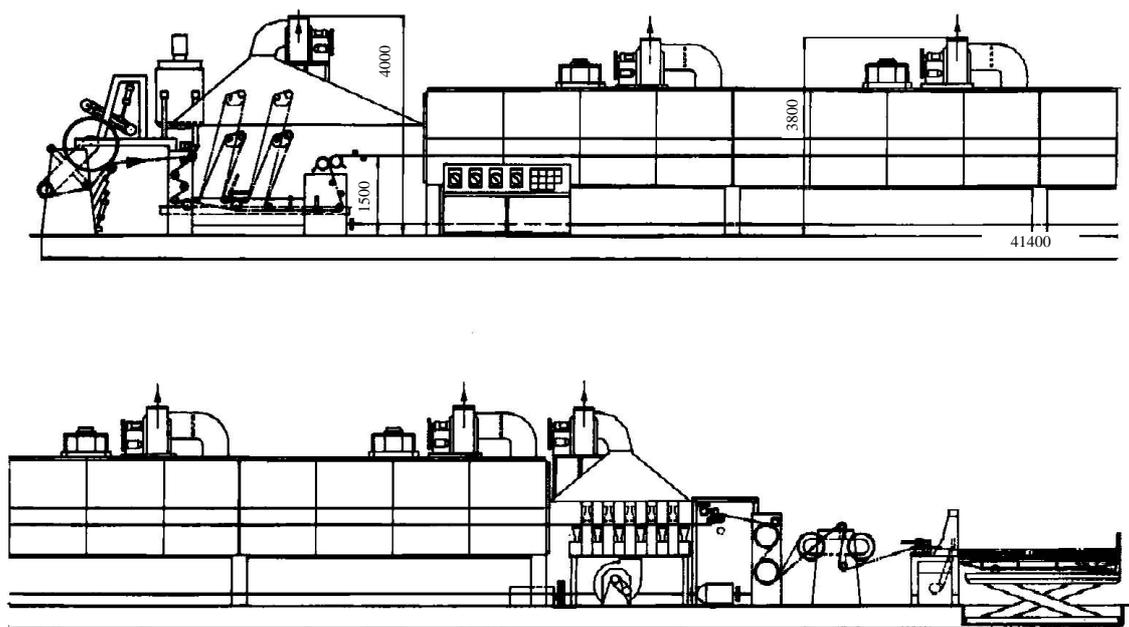


Рис. 19. Горизонтальная пропиточная машина с четырьмя сушилками

Узел пропитки конструктивно выполняется по-разному, применительно к конкретному типу получаемой пленки (рис. 20).

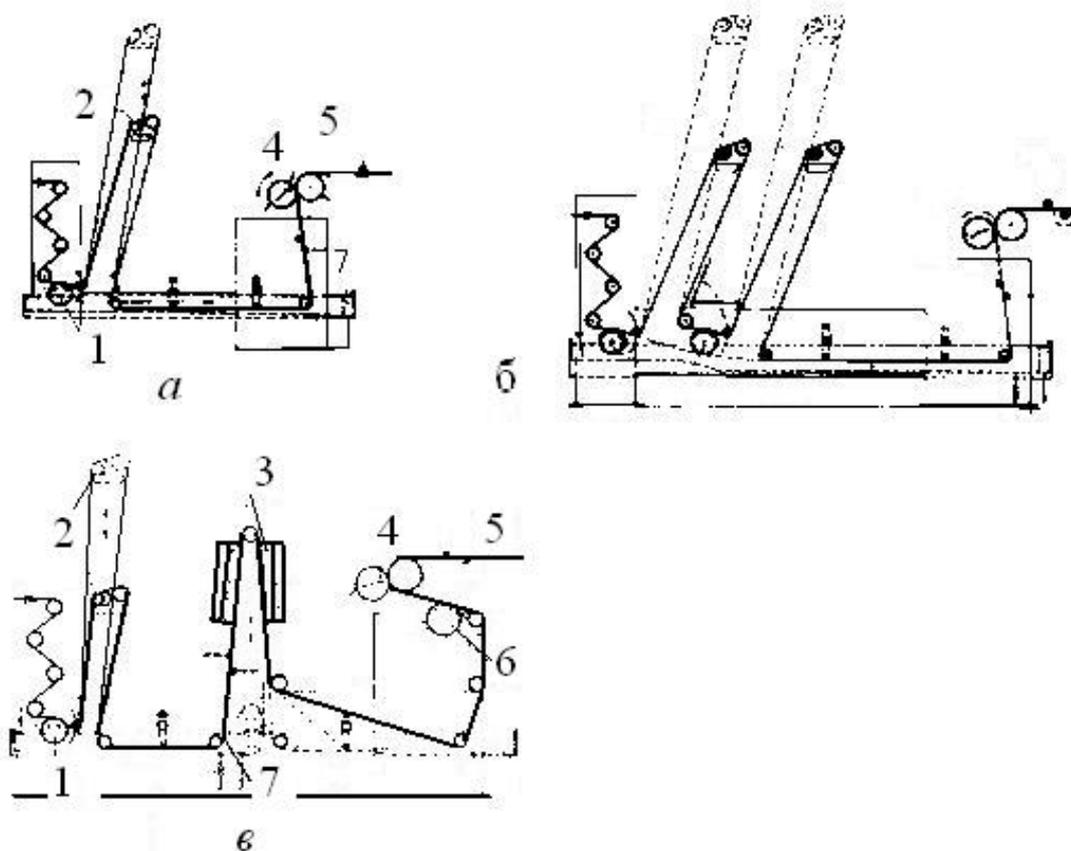


Рис. 20. Узлы пропитки:

а - с одним дыхательным участком;

б - с двумя дыхательными участками; *в* - с двумя ваннами

В узле пропитки бумажное полотно огибает направляющий, приводной, тянущий и натяжной валики и поступает на первую ступень пропитки, которая включает валик 1 (рис. 20,*а*) предварительного смачивания и два прижимных валика. Здесь полотно прижимается своей нижней стороной к валику 1, который частично погружен в ванну 7 с пропиточным раствором. Валик 1 смазывает одну сторону бумаги пропиточной смолой.

Прижимные валики могут перемещаться при настройке относительно смачивающего валика 1 так, чтобы площадь контакта бумаги с валиком 1 достигала бы заданной величины. При пропитке бумаги с высокой впитывающей способностью площадь контакта следует уменьшить, а для бумаги с низкой впитывающей способностью - увеличить.

Далее бумажное полотно переходит на вертикальный участок, на котором происходит впитывание смолы в толщу бумаги и вытеснение из нее воздуха. В конце восходящей части участка удаления воздуха находится подвижный валик 2 со скребком и желобом для стекания излишков смолы. Он служит для предотвращения образования складок на легко вытягиваемом мокром бумажном полотне. Высоту валика 2 назначают в зависимости от степени удлинения мокрой бумаги. Невпитавшаяся смола удаляется скребком, и она по желобу и шлангу стекает в пропиточную ванну.

Рядом с валиком 2 установлен дыхательный валик с сетчатой поверхностью. Он усиливает проникновение пропиточного раствора в бумагу и вытеснение воздуха.

В зависимости от необходимой глубины пропитки первых ступеней пропитки может быть две (рис. 20, б). На второй ступени пропитки бумага, обогнув погружающий валик, проходит в ванне горизонтальный участок, находясь полностью погруженной в смоле. Затем она поднимается вверх под дозирующий валик 4 и разравнивающие валики 5. Дозирующий валик 4 отжимает с бумаги остатки смолы. Поверхность валика 4 очищается от грязи ракелями (скребками).

Иногда пленку покрывают лаком с помощью валика 6 (рис. 20, в). При необходимости пропитать бумагу двумя типами смол на машине устанавливают две ванны и в месте перехода бумаги из одной ванны в другую располагают восходящий участок с инфракрасными нагревателями 3.

Сушилки. Сушку пропитанной бумаги осуществляют в сушилке, секции которой длиной по 4500 или 6000 мм устанавливают последовательно друг за другом (рис. 21).

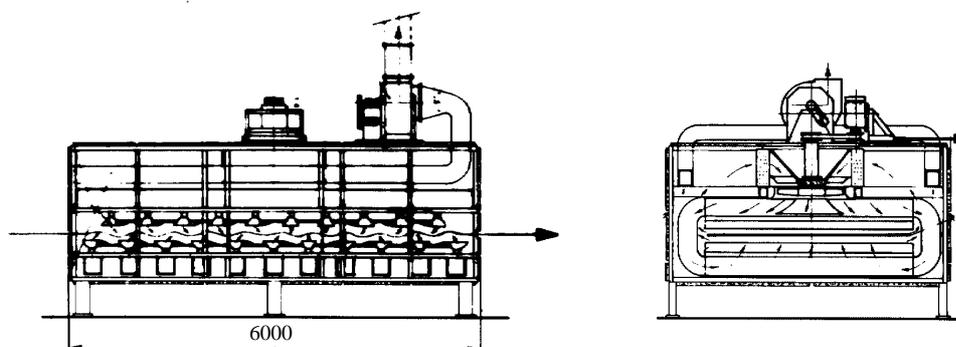


Рис. 21. Секция сушилки

Секций может быть до шести. Их количество определяется технологическим процессом получения того или иного типа смоляной пленки. Секция сушилки представляет собой корпус, в котором установлены калориферы, например, на топочных газах, и вентилятор, подающий теплый воздух в нижние и верхние коробки, которые создают воздушные завесы, удерживающие транспортируемую бумагу на воздушной подушке. Имеется система отсоса и удаления летучих веществ.

С обеих сторон сушильной камеры по всей длине расположены люки, обеспечивающие доступ в сушильное пространство для наблюдения при необходимости за ходом процесса и очистки камеры от обрывков бумаги и пыли.

Температура по секциям сушильной камеры назначается в соответствии с технологическим процессом и количеством секций. Например, при изготовлении пленок на меламиноформальдегидной смоле для ламинирования температура по трем секциям устанавливается в следующих пределах: 110...130°C; 130...160°C и 125...140°C.

При изготовлении синтетического шпона (пленки на основе бумаги, пропитанной терморезактивными смолами) сушилка может иметь шесть секций с температурой в следующих пределах: 90...100°C; 130...140°C; 140...150°C; 155...160°C; 190°C; 190°C.

По выходе из сушилки и охлаждении бумажное полотно проходит через центрирующее устройство, предотвращающее смещение полотна в сторону. Это приспособление включает в себя воздушные сопла и пневматические датчики. При смещении в сторону полотно перекрывает поток воздуха, выходящего из сопла, и пневмодатчик дает команду исполнительному механизму, изменяющему взаимное расположение направляющих валиков. Полотно возвращается в правильное положение.

В конце машины установлены пневматические гильотинные ножницы с вальцовым натяжным устройством и гидравлическим подъемным столом (рис. 22).

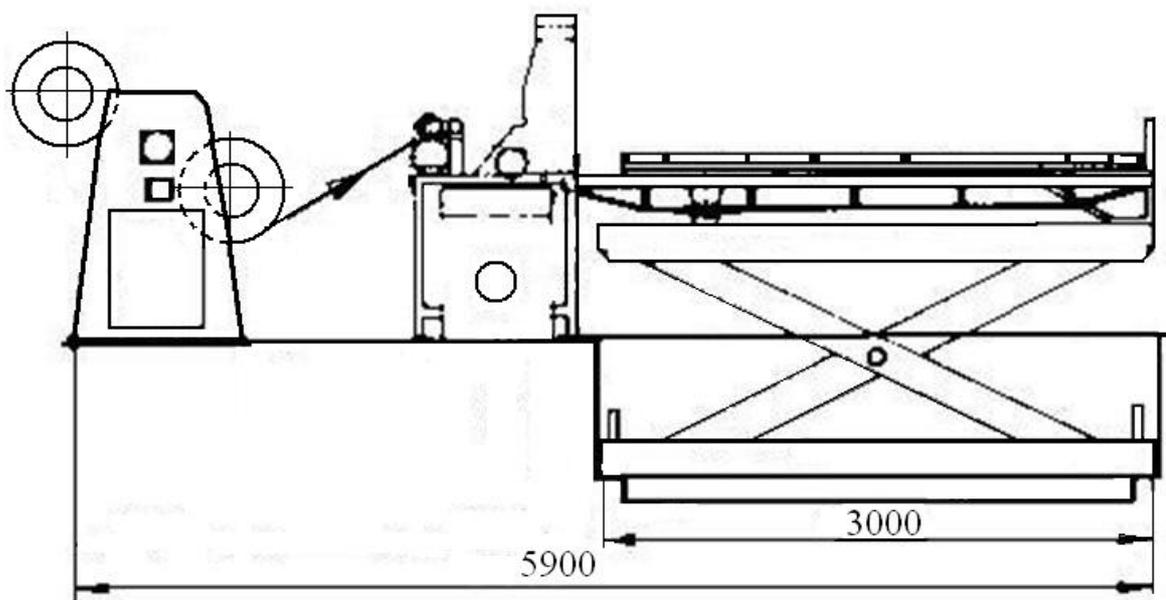


Рис. 22. Узел раскроя пленки

Гильотинные ножницы снабжены вальцовым механизмом подачи с регулируемым приводом, который работает со скоростью до 60 м/мин, а в период разрезания пленки удерживает ее конец.

Подъемный стол имеет грузоподъемность 1000 кг.

Иногда за столом устанавливают ротационное устройство для намотки пленки в рулон.

Контрольные вопросы

1. Как можно контролировать расход клея?
2. По каким признакам классифицируют клеенаносящие машины?
3. Перечислите способы дозирования клея на клеенаносящих машинах.
4. Изобразите технологическую схему клеенаносящей машины модели КВ9-1.
5. Как осуществляется клеепитание в машине модели КВ9-1?
6. Перечислите устройства, входящие в пропиточную машину и объясните как они работают.

Устройства для нагрева клеевых слоев

5. Классификация нагревательных устройств

Склеивание древесины может осуществляться как с обогревом, так и без обогрева клеевых слоев. На практике нередко встречаются случаи, когда из-за отсутствия необходимого оборудования или при изготовлении крупномерных деревянных конструкций склеивание ведут при температуре окружающей среды. В этом случае в зависимости от применяемого клея, размеров и сложности склеиваемой конструкции минимальная продолжительность прессования составляет 5...12 часов. Однако наибольшая прочность склеиваемой конструкции достигается при выдержке ее под давлением в течение 24 часов. Продолжительность выдержки гнutoклееных конструкций достигает 36 часов.

Такие длительные выдержки при холодном склеивании требуют значительного количества прессового оборудования и больших производственных площадей. Кроме того, нарушается непрерывность производственного процесса, затрудняется создание и использование высокопроизводительных автоматических линий.

Интенсификация процесса склеивания может быть достигнута путем нагрева клеевых слоев. При температуре клеевого слоя 120...130°C его отверждение завершается за несколько минут. Поэтому в настоящее время уделяется большое внимание разработке простых и надежных в работе способов нагрева клеевых слоев.

Известные способы нагрева и реализующие их устройства можно разделить по месту подвода тепла к склеиваемым деталям на три класса: с внешним нагревом, внутренним нагревом и местным предварительным нагревом (рис. 23).

При внешнем нагреве тепло подводится к клеевому слою извне через толщу заготовки. Перенос энергии от внешней горячей поверхности к склеиваемой осуществляется теплопроводностью. При этом удельный тепловой поток, т.е. количество теплоты, переносимое в единицу времени через единицу поверхности в направлении нормали к ней,

$$q = \frac{K}{d}(T_1 - T_2), \quad (5)$$

где q - удельный тепловой поток;

K – коэффициент теплопроводности приклеиваемой заготовки;

d - толщина указанной заготовки;

T_1, T_2 – температура соответственно внешней и приклеиваемой поверхностей заготовки.

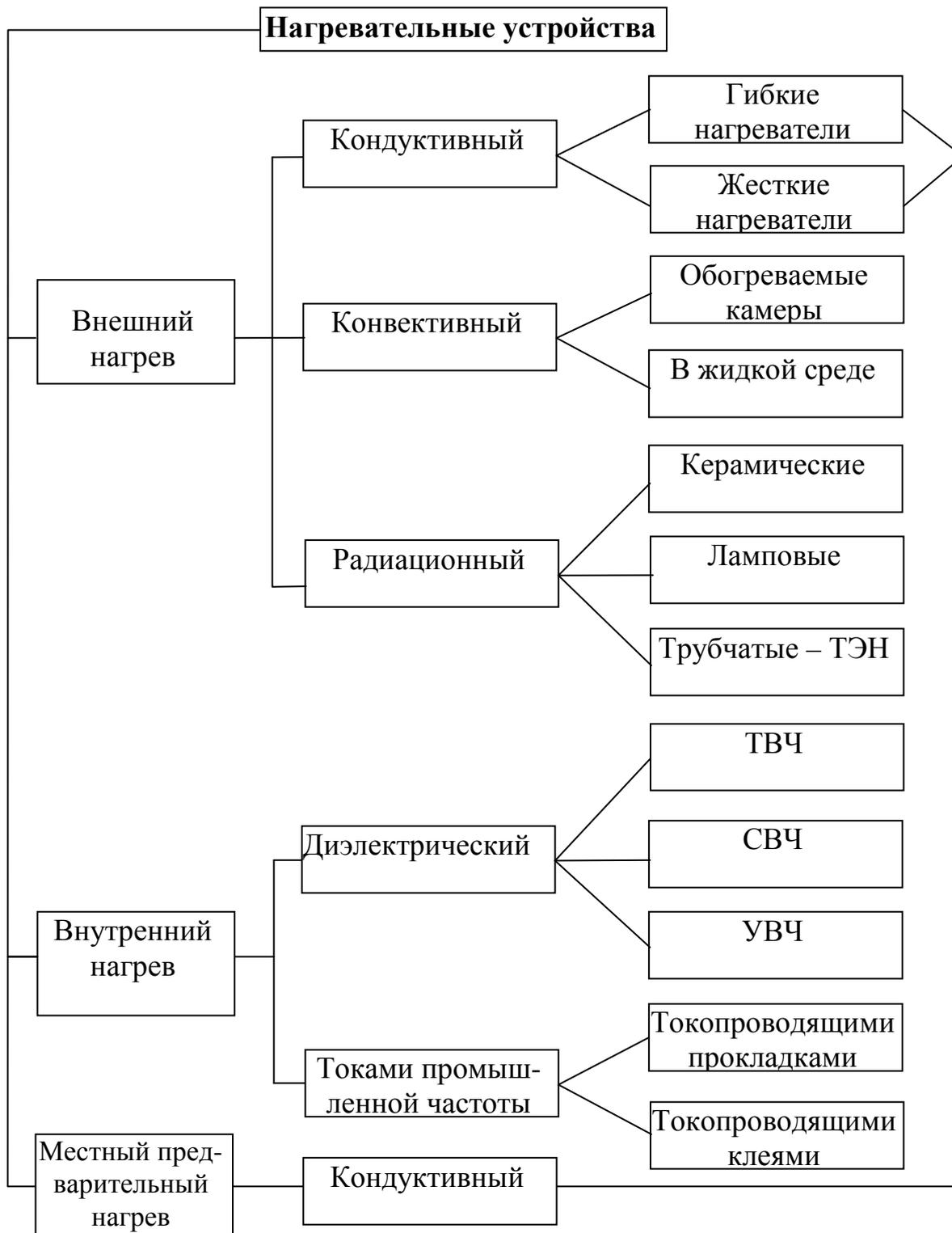


Рис. 23. Схема классификации нагревательных устройств

Чем больше величина удельного теплового потока, тем быстрее можно прогреть клеевой слой. Поэтому наибольшая эффективность такого способа прогрева, как следует из уравнения (5), достигается при переносе теплоты через тонкую приклеиваемую заготовку, особенно если материал заготовки имеет большой коэффициент теплопроводности. Известно, что древесина, бумага, картон, как и другие пористые материалы, плохо проводят тепло. Измельченные древесные материалы проводят тепло еще хуже. Например, сосновые опилки имеют коэффициент теплопроводности в 3,7 раза меньше, чем цельная древесина сосны. При внешнем нагреве тепло подводится к наружной поверхности склеиваемых заготовок кондуктивным, конвективным и радиационным способами.

Кондуктивный, или контактный нагрев осуществляется с помощью гибких или жестких нагревателей, находящихся в плотном контакте с внешней поверхностью склеиваемой заготовки. Этот способ широко применяется для склеивания фанеры, древесностружечных и столярных плит, облицовывания заготовок и в других подобных случаях, когда толщина прогреваемого слоя древесины не превышает 15...20 мм.

При конвекции тепло переносится к поверхности склеиваемой заготовки струями газа или жидкости, которые двигаются относительно заготовки естественным или принудительным путем.

Такой способ нашел практическое применение для ускорения процесса склеивания деревянных конструкций. Осуществляется он в камерах, в которых циркулирует горячий воздух. Главным достоинством этого способа является простота и доступность. Продолжительность выдержки конструкций в запрессованном состоянии сокращается по сравнению с холодным способом склеивания в 4...6 раз. Однако достигаемое ускорение склеивания в значительной степени зависит от размеров сечений склеиваемых пакетов. Кроме того, конвективные камеры обладают большой инерционностью, что приводит в случае применения линий к неоправданным их простоям.

Конвективный нагрев в жидкостях обычно сочетают с пропиткой склеиваемой конструкции. При этом необходимо только обеспечить высокое давление прессования с целью исключения попадания антисептика в клеевые слои и возникновения непрочлея.

Конвективный способ теплообмена обеспечивает в основном прогрев наружных зон склеиваемых элементов. Внутренние участки клеевых слоев отверждаются после распрессовки при дальнейшей выдержке конструкции при нормальной температуре.

Радиационное, или инфракрасное излучение электромагнитных волн нагревателями осуществляется за счет преобразования энергии теплового движения молекул нагревателя в энергию излучения. Инфракрасный диапазон волн расположен между видимым и радиодиапазонами и занимает область от 0,75 до 750 мкм. Излучаемая тепловая энергия, попадая на склеиваемые заготовки, частично поглощается ими, разогревая их поверхности. Эффективность нагрева зависит от правильности сочетания оптических свойств излучателя и облучаемого материала. В качестве нагревателей при этом способе подвода тепла применяют ламповые, керамические и трубчатые электронагреватели. Светящиеся нагреватели называют еще коротковолновыми, а темные – длинноволновыми инфракрасными нагревателями.

Радиационный способ подвода тепла обеспечивает только наружный прогрев клеевых слоев и ускоренное склеивание в прогретой зоне. Для придания склеиваемой конструкции транспортной прочности достаточно 10...20 минут облучения. Для полного отверждения клеевых слоев по всей площади крупномерных конструкций этот способ практически неприемлем.

Нагревательные установки класса внутреннего нагрева генерируют тепло внутри изделия в момент склеивания. Принцип их нагрева основан на диэлектрическом нагреве клеевого слоя в поле токов высокой частоты, а также на пропускании электрического тока промышленной частоты непосредственно через клеевой слой. Применение таких установок позволяет в десятки раз ускорить процесс отверждения клея. Скорость нагрева в данном случае не зависит от размеров и теплофизических свойств склеиваемого материала. Количество генерируемого тепла определяется только физико-химическими и электрическими свойствами клея.

В нагревательных установках с местным предварительным нагревом одной или двух склеиваемых поверхностей используются кондуктивные гибкие или жесткие нагреватели. Последние, находясь

в плотном контакте с заготовками, аккумулируют в поверхностных слоях древесины тепло. После накопления тепла холодную или обе горячие склеиваемые поверхности древесины смазывают клеем и производят запрессовку.

6. Нагреватели

6.1. Гибкие контактные нагреватели

Нагреватели выполняются в виде **гибких металлических лент**, которые подсоединяют к источнику электрического тока промышленной частоты напряжением 1...12 В с целью разогрева их до температуры около 150°C. Применяются они в ваймах для облицовывания кромок мебельных щитов и всевозможных деталей сложной геометрической формы.

Гибкий электрический нагреватель выполняется в виде ленты 3 (рис. 24) толщиной 0,1...0,5 мм из латуни, углеродистой нержавеющей или трансформаторной стали. По краям к ленте с помощью болтов 2 прижаты подводящие провода 1 и медные пластины 4. В вайме нагревательная лента крепится к деревянным брускам, при этом под нее подкладывают теплоизоляционный слой, состоящий из четырех прокладок: паронита, листового асбеста, резины и хлопчатобумажной

ткани.

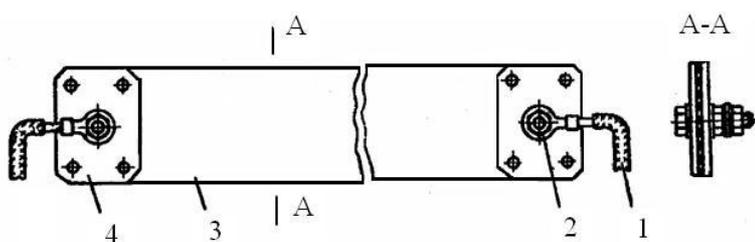


Рис. 24. Электронагреватель гибкий из сплошной ленты

Характеристики материалов применяемых нагревательных лент приведены в табл. 4 [13].

Расчет нагревателя начинают с определения потребной мощности по формуле:

$$P = 10^{-6} \omega F, \quad (6)$$

где P – мощность нагревателя, кВт;

ω – удельная поверхностная мощность, кВт/м²;

F – площадь поверхности нагревателя, $F = BL$, где B и L – соответственно ширина и длина нагревателя, мм.

Таблица 4

Материал лент нагревателей и его показатели

Материал	Марка	ГОСТ	Удельное электрическое сопротивление ρ , Ом·мм ² /м	Температурный коэффициент сопротивления α , 1/°С
Сталь прокатная тонколистовая	Ст.1; 08; 10	19903-74	0,103...0,14	0,005
Сталь нержавеющая	1X13; 2X13; 3X13; 4X13	5582-74 4986-70	0,8...1,1	0,0008
Лента высокого омического сопротивления толщиной 0,9...3,0 мм	X15H60	12766-77	1,11	0,00014
	X20H80		1,10	0,00008
	1X17Ю5		1,30	0,00006
	0X17Ю5		1,30	0,00006
Латунь	Л68		0,071	0,001
	Л68		0,071	0,001
Бронза оловянофосфористая	Бр 0Ф 6,5-0,15	1761-78	0,12...0,20	0,00013

Установленная мощность нагревателя

$$P_y = kP,$$

где k – коэффициент запаса ($k = 1,2...1,5$), учитывающий старение нагревательного элемента, приводящее к повышению удельного сопротивления, старению изоляционных материалов, что увеличивает тепловые потери.

Значения удельной поверхностной мощности принимаются с учетом того, что температура на поверхности гибкого нагревателя должна равняться 150°С, а также в зависимости от соотношения $m = L/B$:

$m \dots$	1...1,5	1,6...2,0	2,1...2,5	2,6...3,0	3,1...3,5	3,6...4,0	> 4,1
$\omega \dots$	3,0	3,3	3,5	3,7	3,8	3,9	4,0

При конструировании нагревателя его расчетные размеры L и B берут больше склеиваемой поверхности соответственно по длине на 60 мм и по ширине на 16 мм. Предельная ширина нагревателя из сплошной ленты изменяется от 40 мм до 285 мм. Чем больше удельное электрическое сопротивление материала ленты и чем тоньше лента, тем больше должна быть ширина нагревателя.

Удельное электрическое сопротивление ленты нагревателя при рабочей температуре определяется по формуле:

$$\rho_t = \rho[1 + \alpha(t_2 - t_1)], \quad (7)$$

где ρ_t и ρ - удельное электрическое сопротивление ленты при температурах соответственно рабочей и 20°C , Ом·мм²/м;

α - температурный коэффициент сопротивления;

t_2 и t_1 - соответственно температура нагревателя и окружающей среды, $^\circ\text{C}$.

Принимая $t_2 = 150^\circ\text{C}$ и $t_1 = 20^\circ\text{C}$, получим

$$\rho_t = \rho(1 + 130\alpha). \quad (8)$$

Сопротивление ленты нагревателя при рабочей температуре

$$R_t = 10^{-3} \rho_t L / (Bh), \quad (9)$$

где R_t - сопротивление ленты, Ом; h - толщина ленты, мм.

Рабочее напряжение на зажимах нагревателя, В,

$$U_t = \sqrt{1000PR_t}. \quad (10)$$

Сила тока при рабочем режиме, А,

$$I_t = B\sqrt{\omega h / \rho_t}. \quad (11)$$

Из этого уравнения следует, что с увеличением толщины и особенно ширины ленты, а также с уменьшением ее удельного электрического сопротивления сила тока возрастает. С повышением силы тока увеличивается сечение подводящих кабелей и медных жил вторичной обмотки понижающего трансформатора. В связи с этим сила тока в ленте не должна превышать 250 А.

При проектировании широкого ленточного нагревателя сила тока не должна превосходить допустимую величину. Для этого нагревательный элемент следует выполнить по одной из приведенных на рис. 25 схем. В данном случае задача решается путем уменьшения сечения токопроводящей ленты и увеличения ее длины. Нагревательную ленту 3 наклеивают эпоксидным клеем на электроизоляции-

онную полосу 2 из стеклоткани и сверху обклеивают такой же полосою, а затем облицовывают дюралюминиевым листом толщиной 0,3...0,5 мм.

Полученную полосу кладут нижней плоскостью на асбестовую и резиновую прокладки и крепят к деревянной опорной поверхности ваймы.

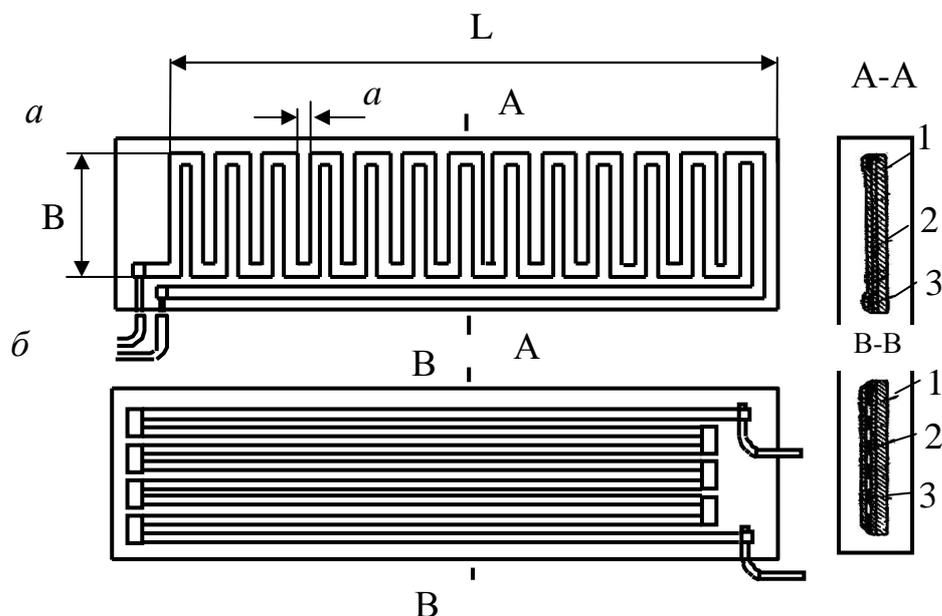


Рис. 25. Широкие сборные электронагреватели:
a - с поперечным расположением лент;
б - с продольным расположением лент

Расчет широколенточного нагревателя. При расчете такого нагревателя сначала определяют его мощность по формуле (6). Затем находят электрическое сопротивление змейки по формуле:

$$R_t = U_t^2 / (10^3 P). \quad (12)$$

Рабочее напряжение на зажимах нагревателя $U_t = 1 \dots 12$ В.

Сила тока в цепи при рабочем режиме

$$I_t = 10^3 P / U_t. \quad (13)$$

Определив удельное электрическое сопротивление по формуле (8) и приняв ее ширину $b = 10 \dots 30$ мм, найдем длину ленты l , мм:

$$l = 10^3 R_t h b / \rho_t. \quad (14)$$

Количество витков змейки

$$n = L / (a + b), \quad (15)$$

где a – расстояние между смежными витками, мм.

Из рис. 25, *a* следует, что длина змейки

$$l = B(n + 1) + na. \quad (16)$$

Решив совместно уравнения (15) и (16), получим

$$a = [B(L + b) - bl] / (l - L - B). \quad (17)$$

Расстояние между смежными витками должно быть не менее 2 мм.

Нагреватели гибкие в оболочке. Современные предприятия выпускают гибкие нагреватели как законченный готовый продукт. Например, Первый электронный завод (г. Санкт-Петербург) выпускает электрические нагреватели гибкие ленточные марки ЭНГЛ-1, которые выполнены из плетеной ленты из стеклонити. Внутри ленты лежит 8 нагревательных жил из нихрома.

Лента покрыта водонепроницаемой оболочкой из кремнийорганической резины. Концевые опрессовки выполнены из такой же резины. Ширина ленты 24 мм, толщина 3,3 мм, минимальный радиус изгиба ленты 10 мм (табл. 5).

Предельная рабочая температура ленты ограничивается материалом оболочки, так для полиэтиленовой оболочки максимальная температура равна 65°C, силиконовой – 180°C, стекловолоконной – 400°C.

Таблица 5

Характеристика ЭНГЛ-1

Длина	Удельная мощность Вт/м	Номинальная мощность кВт	t °С ленты на поверхности
1,2	96	0,11	180
1,3	82	0,1	145
1,5	61,5	0,09	110
2,61	100	0,26	180
2,92	80	0,23	145
3,37	60	0,20	110
5,22	100	0,52	180
5,84	80	0,46	145
6,74	60	0,40	110
10,44	100	1,04	180
11,68	80	0,92	145
13,48	60	0,80	110
20,88	100	2,08	180

ЗАО “Град-Технолоджи” выпускает гибкие силиконовые нагреватели размером 130×45 мм, мощностью 180 Вт, напряжение питания 220 В. Нагреватели рекомендуется смонтировать набором на алюминиевой пластине при помощи красного автомобильного герметика и подключить к источнику электропитания при последовательном соединении.

6.2. Жесткие контактные нагреватели

Нагреватели выполняются в виде плоских и профильных плит прессов и утюжков. Корпуса их делаются разъемными с лабиринтными пазами для теплоносителя. В качестве основных теплоносителей в горячих прессах используется пар, масло, вода, которые являются промежуточным звеном между источником тепла и рабочими плитами. Для их разогрева используются паровые, водные или масляные котлы.

В качестве энергоносителей используются мазут, газ, твердое топливо.

Часто в качестве нагревательного элемента используют трубчатые электрические нагреватели (ТЭН) 2, уложенные в пазах корпуса плиты 3 и закрытых пластиной 1 (рис. 26).

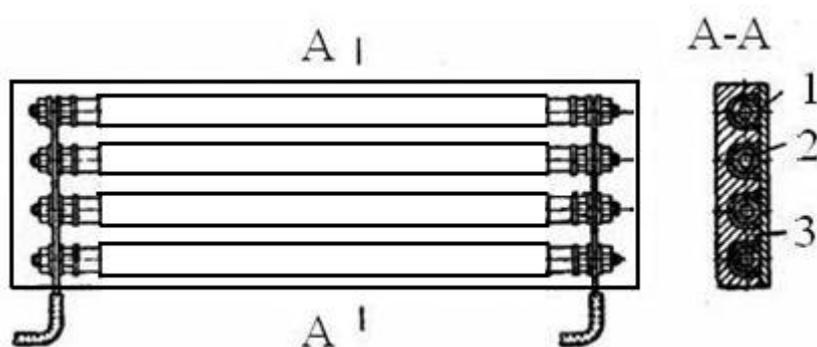


Рис. 26. Жесткая нагревательная плита с ТЭН

Иногда нагревательный элемент выполняют из проволоки с высоким омическим сопротивлением в форме спирали, изолированной керамическими бусами или трубками.

В качестве изоляционных материалов при изолировании электронагревателей применяют асбест, кремнийорганический каучук, стеклоткань, стеклоленту, специальные лаки. Для изготовления нагревательной спирали используют сплавы хрома, никеля и железа

(нихромы) марок Х15Н60, Х25Н20, фехраль марки Х13Ю4, нержавеющую сталь марки Х18Н10Т.

Температура на рабочей поверхности плиты жесткого нагревателя равна 140...160°C. В зависимости от массивности плиты и свойств изоляционного слоя температура на поверхности нагревательной спирали может быть 300...1000°C.

Для определения удельной поверхностной мощности спирали пользуются понятием “идеального нагревателя”, т.е. нагревателя, тепловые потери которого равны нулю.

Допустимую удельную поверхностную мощность идеальной спирали $W_{ид}$ находят в зависимости от температуры спирали:

Температура спирали, °С.	300	400	500	600	700	800	900	1000
$W_{ид}, Вт/м^2$	$0,38 \cdot 10^4$	$0,75 \cdot 10^4$	$1,25 \cdot 10^4$	$2,13 \cdot 10^4$	$3,38 \cdot 10^4$	$4,88 \cdot 10^4$	$7,13 \cdot 10^4$	$10 \cdot 10^4$

Предельно допустимая удельная поверхностная мощность реальной спирали, работающей при той же температуре, что и идеальная спираль, может быть определена по формуле:

$$W_{доп} = W_{ид} \alpha_{эф} \alpha_r, \quad (18)$$

где $\alpha_{эф}$ – коэффициент эффективности излучения, $\alpha_{эф} = 0,32$;

α_r – коэффициент шага спирали, который находится в зависимости от отношения шага спирали t к диаметру проволоки спирали:

T/d	2	3	4	5
α_r	1,2	1,4	1,7	1,9

При расчете жесткого нагревателя с проволочной спиралью сначала определяют его мощность по формуле (6).

Для спирали из известных зависимостей

$$R_t = U^2 / P; \quad R_t = \rho_l l / S; \quad W = P / F \quad \text{и} \quad l = F / \Pi = P / (W\Pi)$$

получается $U^2 S / (P\rho) = P / (W\Pi)$.

Для круглой проволоки периметр сечения $\Pi = \pi d$, а площадь поперечного сечения $S = \pi d^2 / 4$. Тогда диаметр проволоки нагревателя, мм,

$$d = 10^3 \sqrt{\frac{4\rho P^2}{\pi^2 U^2 W}}, \quad (19)$$

где ρ – удельное электрическое сопротивление проволоки, Ом·мм²/м;

P – мощность нагревателя, Вт;

U – напряжение на зажимах нагревателя, В;

W – удельная поверхностная мощность нагревателя, Вт/м².

Сопротивление спирали, Ом,

$$R = U^2 / P, \quad (20)$$

Длина проволоки спирали, м,

$$l = RS / \rho = \frac{\pi d^2 R}{4\rho}, \quad (21)$$

где d – диаметр проволоки, мм.

Длина одного витка спирали

$$l_1 = \pi(D - d), \quad (22)$$

где D – наружный диаметр спирали, мм.

Число витков спирали

$$n = 1000l / l_1. \quad (23)$$

После навивки спирали на стержне и снятия ее спираль несколько раскручивается ввиду упругости проволоки. С учетом этого диаметр стержня должен быть на 7% меньше внутреннего диаметра спирали:

$$d_{cm} = (D - 2d) / 1,07. \quad (24)$$

Для жестких нагревателей с большой нагреваемой поверхностью и большой мощностью нагревательный элемент разбивают на несколько одинаковых секций, каждую из которых подсоединяют параллельно к токоподводящим шинам. Расчет ведут только для одной секции.

Пример. Рассчитать жесткий нагреватель с нагревательным элементом в виде проволочной спирали с размерами $B = 200$ мм, $L = 600$ мм, напряжение 127 В, температура спирали 500°С, коэффициент шага $\alpha_r = 1,4$ при $t/d = 3$.

Решение. Находим отношение $m = L/B = 600/200 = 3$. Тогда удельная поверхностная мощность нагревателя $\omega = 3,7$ кВт/м².

Мощность нагревателя

$$P = 10^{-6} \cdot 3,7 \cdot 200 \cdot 600 = 0,444 \text{ кВт} = 444 \text{ Вт.}$$

$$\text{Установленная мощность } P_y = kP = 1,2 \cdot 444 = 530 \text{ Вт.}$$

Материал проволоки спирали – сплав Х15Н60 ($\rho = 1,11 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$).

Удельное электрическое сопротивление проволоки спирали при температуре 500°C :

$$\rho_t = \rho[1+(500 - 20)\alpha] = 1,11(1 + 480 \cdot 0,00014) = 1,18 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м.}$$

Допустимая удельная поверхностная мощность спирали при температуре на ее поверхности 500°C :

$$W_{\text{доп}} = W_{\text{ид}} \cdot \alpha_{\text{эф}} \cdot \alpha_{\text{г}} = 1,25 \cdot 10^4 \cdot 0,32 \cdot 1,4 = 0,5376 \cdot 10^4 \text{ Вт/м}^2.$$

Диаметр проволоки спирали:

$$d = 10 \sqrt[3]{\frac{4\rho P^2}{\pi^2 U^2 W}} = 10 \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 1,18 \cdot 530^2}{3,14 \cdot 127^2 \cdot 0,5376 \cdot 10^4}} = 1,14 \text{ мм.}$$

Диаметр проволоки округляют до стандартного значения из ряда, мм: 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 1,9; 2,0; 2,2; 2,5; 2,8; 3,2; 3,6; 4,0; 4,5; 5,0.

Принимаем $d = 1,2 \text{ мм}$.

Проверочный расчет диаметра проволоки:

$$R = U^2/P = 127^2/530 = 30,4 \text{ Ом;}$$

$$\text{длина проволоки } l = RS/\rho = 30,4 \cdot 3,14 \cdot 1,2^2/(4 \cdot 1,18) = 30,4 \text{ м;}$$

$$W = P/(\pi l) = 530/(3,14 \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} \cdot 30,4) = 0,4627 \cdot 10^4 \text{ Вт/м}^2.$$

Значение $W < W_{\text{доп}}$. Диаметр проволоки выбран правильно.

По условию $t/d = 3$. Шаг спирали $t = 3d = 3,6 \text{ мм}$. По рис. 27 длина спирали $l_{\text{сп}} = 4L = 2400 \text{ мм}$. Количество витков спирали $n = 2400/3,6 = 667$. По (23) длина одного витка $l_1 = 1000l/n = 1000 \cdot 30,4/667 = 45,5 \text{ мм}$. Из (22) наружный диаметр спирали

$$D = l_1/\pi - 1,2 = 45,5/3,14 - 1,2 = 13,3 \text{ мм.}$$

Диаметр стержня для навивки спирали

$$D_{\text{ст}} = (D - 2d)/1,07 = (13,3 - 2 \cdot 1,2)/1,07 = 10,4 \text{ мм.}$$

При температуре спирали 700°C расчетные данные будут следующие:

$$W_{\text{доп}} = 3,38 \cdot 10^4 \cdot 0,32 \cdot 1,4 = 1,514 \cdot 10^4 \text{ Вт/м}^2;$$

$$d = 10 \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 1,18 \cdot 530^2}{3,14^2 \cdot 127^2 \cdot 1,514 \cdot 10^4}} = 0,8 \text{ мм;}$$

$$R = 30,4 \text{ Ом}; \quad l = 30,4 \cdot 3,14 \cdot 0,8^2 / (4 \cdot 1,18) = 13,5 \text{ м};$$

$$W = P / (\pi d l) = 530 / (3,14 \cdot 0,8 \cdot 10^{-3} \cdot 13,5) = 1,5 \cdot 10^4 \text{ Вт/м}^2.$$

При температуре 700°C диаметр проволоки и ее длина стали меньше. Их значения можно еще уменьшить, так как при короткой проволоке можно увеличить отношение t/d до 5, что приведет к увеличению $W_{\text{доп}}$.

6.3. Трубчатые электрические нагреватели

Трубчатые электрические нагреватели (ТЭН) получили широкое распространение в жестких контактных нагревателях, в установках радиационного (длинноволнового лучевого) обогрева, а также для нагрева воздуха, жидкостей и клеев-расплавов. ТЭН представляют собой металлическую трубку 2, внутри которой находится нагревательная спираль 3, запрессованная в специальном наполнителе 1 – плавленной окиси магния или его заменителях (кварцевый песок, корунд) (рис 27). Спираль 3 герметично заделана в трубку 2 и имеет на концах контактные стержни 4.

Нагревательная спираль делается из проволоки диаметром 0,2...1,6 мм из сплава Х20Н80 и Х15Н60. Внешняя трубка выполняется из стали 10 или Х18Н10Т, меди, латуни, алюминия. ТЭН можно согнуть в любую форму в холодном состоянии при условии, что радиус гибки будет меньше 2,5 диаметра трубки. При этом спираль сохранит свое положение по оси внешней трубки.

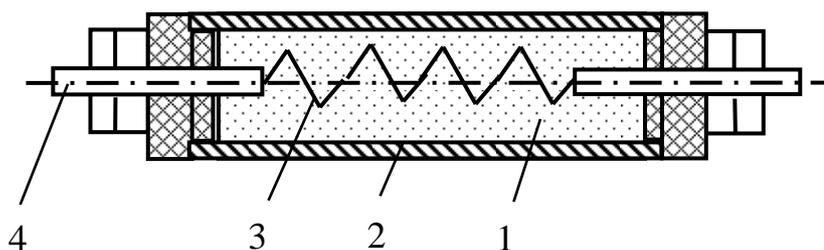


Рис. 27. Трубчатый электрический нагреватель (ТЭН)

Наполнитель ТЭН обеспечивает надежную электроизоляцию и имеет большую теплопроводность.

По сравнению с другими нагревателями ТЭН имеет значительные преимущества. Он прост по конструкции, поверхность его не находится под электрическим напряжением. Нагревательная спираль, герметично запрессованная в наполнителе, имеет малый диаметр проволоки и значительный срок службы.

В соответствии с ГОСТ 13268-74 ТЭН изготавливают на напряжения 12; 24; 36; 48; 55; 60; 110; 127; 220; 380 В и номинальные мощности 50; 60; 80; 100; 120; 160; 200; 250; 320; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150; 3500; 4000; 5000; 6300; 8000; 10000; 12000; 12500; 16000; 20000; 25000 Вт с развернутой длиной 0,25; 0,30; 0,35; 0,42; 0,50; 0,60; 0,70; 0,78; 0,85; 1,00; 1,20; 1,40; 1,70; 2,00; 2,40; 2,80; 3,50; 4,00; 4,75; 5,60; 6,30 м. Номинальные диаметры ТЭН: 8; 9,5; 10; 12,5; 13; 16 мм.

ТЭН выбирают применительно к конкретной нагреваемой среде (табл. 6).

Таблица 6

Условия работы ТЭН

Удельная поверхностн. мощн. $W_{\text{доп}}$, 10^4Вт/м^2 , не более	Нагреваемая среда	Обозначение обогреваемой среды	Характер нагрева	Материал оболочки
7 11 11 5	Вода, слабый раствор щелочей и кислот	Х П Р Ю	Нагревание, кипячение	Медь, латунь Сталь Х18Н10Т Сталь 10; 20 Алюминий
2,2 5,0 5,5 6,5 25 5,1	Воздух, газы	С Т О К Э Н	Спокойная среда при 450°C на оболочке ТЭН Спокойная среда при 450...700°C на оболочке ТЭН Скорость воздуха > 6 м/с при 450°C на оболочке ТЭН То же при 450...600°C на оболочке ТЭН То же при 450°C То же при 450...650°C на оболочке ТЭН	Сталь 10; 20 Сталь Х18Н10Т Сталь 10; 20 Сталь Х18Н10Т Сталь 10; 20 Сталь Х18Н10Т
8	Металлические формы	М	ТЭН залиты в алюминий, нагрев до 200 °С	Сталь 10; 20

Расчет нагревательного устройства с использованием ТЭН ведут следующим образом. По выражению (6) находят потребную, а затем установленную мощность. С учетом условий работы ТЭН (табл. 6)

определяют минимально допустимую для нагрева площадь поверхности ТЭН, м²: $F_{\min} = P_y / W_{\text{доп}}$.

Активная площадь поверхности выбранного одного ТЭН, м²:

$$F_{\text{нагр}} = \pi d l_{\text{акт}} \cdot 10^{-3},$$

где d – диаметр ТЭН, мм;

$l_{\text{акт}}$ – активная длина ТЭН, м.

Минимальное количество ТЭН

$$n = F_{\min} / F_{\text{нагр}}. \quad (25)$$

Возможен и такой путь:

$$n = P_y / P_{\text{нагр}}, \quad (26)$$

где $P_{\text{нагр}}$ – мощность одного выбранного ТЭН.

Условные обозначения ТЭН. По ГОСТ 13268-74 ТЭН имеют дробное обозначение. В числителе указывают развернутую длину ТЭН, см; буквенное обозначение длины контактного стержня; диаметр ТЭН, мм. В знаменателе указывают номинальную мощность ТЭН, кВт; буквенное обозначение нагреваемой среды; номинальное напряжение, В.

Пример: ТЭН-25А8/0,8С127, ГОСТ 13268-74.

Длина контактного стержня обозначается следующим образом:

Обозначения	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З
Длина стержня, мм	40	65	100	125	160	250	400	630

Применение ТЭН в плитах прессов. С целью замены парового и масляного обогрева плит пресса на электрический обогрев Научно-производственное предприятие ОДО “Номакон” (Общество с дополнительной ответственностью) выпускает плиты для гидравлических

прессов. Максимальный размер плит 5000 мм × 2000 мм (рис. 28).

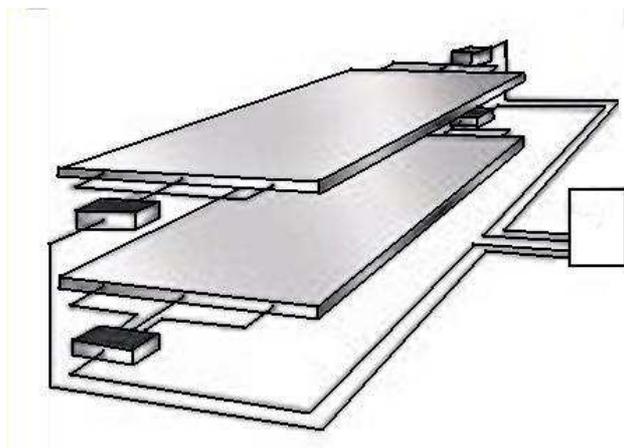


Рис. 28. Обогреваемые плиты ОДО “Номакон” для пресса

Плиты стальные или из алюминиевых сплавов электрические с нагревательной системой на основе керамики-полимеро-углеродной композиции. Электронагревательные плиты из алюминиевых сплавов позволяют сократить энергопотребление на разогрев плит, уменьшается их толщина и стоимость. По механической прочности закаленные алюминиевые сплавы практически не уступают стали.

Нагревательным элементом плит служат ТЭНы, которые не только вставлены в каналы плит, но и залиты керамики-полимеро-углеродной композиционным материалом, который устраняет воздушные зазоры между ТЭН и плитой и повышает теплопроводность.

6.4. Радиационные нагреватели

Принцип работы радиационных нагревателей основан на способности излучать инфракрасные (ИК) лучи теплыми телами и поглощать их другими более холодными телами. ИК-излучение есть результат движения молекул вещества, т.е. тепловое излучение. Лучистый теплообмен сопровождается двойным превращением энергии – тепловой в лучистую, а затем лучистой в тепловую. В результате лучистого теплообмена тепло передается от более нагретого тела к менее теплому.

Для нагрева используют ИК-лучи с длиной волны от 0,75 до 400 мкм. Коротковолновые ИК-излучатели называют светящимися, а длинноволновые – темными излучателями.

ИК-лучи проникают в древесину на глубину до 2 мм в зависимости от ее породы и влажности. Они несут с собой тепловую энергию, передавая ее нагреваемой древесине.

На рис. 29 показано нагревательное устройство радиационного типа, выполненное в виде панели. Характерной деталью подобных нагревателей является отражательный экран 1 из листа алюминия или оцинкованного железа. Перед экраном расположен источник излучения 2 в виде ТЭН. Благодаря экрану большая часть теплового потока направляется в сторону нагреваемой поверхности. Для уменьшения тепловых потерь на задней стенке панели положен теплоизоляционный слой 3, защищенный корпусом 4. Для безопасности обслуживания излучательная панель закрыта защитной сеткой 5. С увеличением температуры излучателя тепловой поток возрастает. Особенно эффек-

тивно протекает процесс теплового излучения при температуре нагревательного тела 400°С.

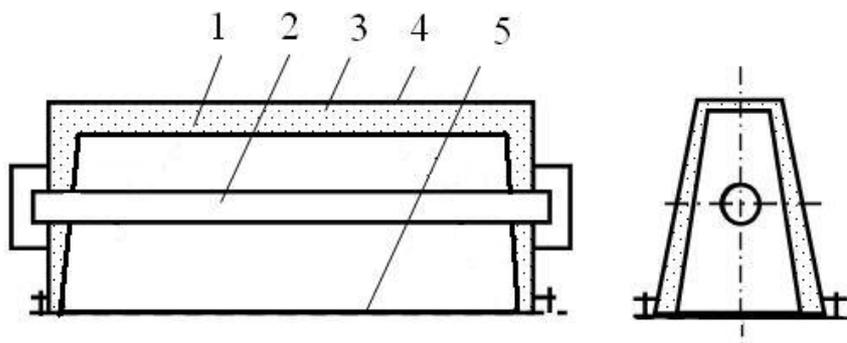


Рис. 29. Излучательная панель с ТЭН

На практике используют ТЭН с температурой на поверхности 300...700°С. Ресурс таких устройств, относящихся к группе “темных” излучателей, доведен до 20000 часов.

Предельно допустимая удельная поверхностная мощность при передаче тепла излучением для идеального нагревателя, т.е. нагревателя, работающего без тепловых потерь, может быть найдена по следующему выражению, Вт/м²:

$$W_{\text{доп}} = \frac{5,7[(T_{\text{нагр.макс.}}/100)^4 - (T_{\text{изд}}/100)^4]}{[1/\epsilon_{\text{изд}} + F_{\text{изд}}/F_{\text{ст}}(1/\epsilon_{\text{нагр}} - 1)]}, \quad (27)$$

где $T_{\text{нагр. макс.}}$ и $T_{\text{изд}}$ - температуры нагревателя и изделия, К;

$\epsilon_{\text{нагр}}$ и $\epsilon_{\text{изд}}$ - относительные коэффициенты лучеиспускания материалов нагревателя и изделия соответственно (табл. 7);

$F_{\text{изд}}$ - тепловоспринимающая площадь поверхности изделия, м²;

$F_{\text{ст}}$ - площадь поверхности стены, занятой нагревателями, м².

Площадь поверхности нагревательных элементов (ТЭН, проволоки нагревательной спирали), м²:

$$F \geq P_{\text{нагр}}/W_{\text{доп}}. \quad (28)$$

Пример. Рассчитать радиационный нагреватель на базе ТЭН для обогрева деревянных склеиваемых поверхностей размерами $L = 1000$ мм, $B = 600$ мм. $F_{\text{изд}}/F_{\text{ст}} = 0,9$. Температура изделия $t_{\text{изд}} = 150^\circ\text{C}$, нагревателя $t_{\text{нагр}} = 450^\circ\text{C}$; $\epsilon_{\text{нагр}} = 0,56$; $\epsilon_{\text{изд}} = 0,8$.

Таблица 7

Относительный коэффициент лучеиспускания ϵ для некоторых материалов

Материал	Параметр	
	T, °C	ϵ
Алюминий полированный	50...500	0,04...0,06
Алюминий с шероховатой поверхностью .	20...50	0,06...0,07
Железо листовое, оцинкованное	20	0,28
Нихромовая проволока чистая	500...1000	0,71...0,80
Нихромовая проволока окисленная	50...500	0,95...0,98
Сталь шлифованная или полированная . .	750...1100	0,52...0,61
Сталь, листовой прокат	50	0,56
Сталь с шероховатой плоской поверхностью	50	0,95...0,98
Асбестовый картон	20	0,96
Асбестовая бумага	40...400	0,94...0,93
Гипс	20	0,8...0,9
Древесина строганная	20	0,8...0,9
Лак белый	40...100	0,8...0,95
Масляные краски различных цветов . . .	100	0,92...0,96
Резина твердая	20	0,95

Решение. Отношение $m = L/V = 1000/600 = 1,7$. Удельная поверхностная мощность нагревателя $\omega = 3,3 \text{ кВт/ м}^2$. По формуле (6) мощность нагревателя $P = 10^{-6} \omega BL = 10^{-6} \cdot 3,3 \cdot 600 \cdot 1000 = 1,98 \text{ кВт}$. Установленная мощность $P_y = 1,98 \cdot 1,3 = 2,57 \text{ кВт}$. По формуле (27)

$$W_{\text{доп}} = \frac{5,7[((450 + 273)/100)^4 - ((150 + 273)/100)^4]}{[1/0,8 + 0,9(1/0,56 - 1)]} = 2,532 \cdot 10^4 \text{ Вт/м}^2.$$

Площадь поверхности ТЭН, м^2 :

$$F \geq P_y / W_{\text{доп}} \geq 2,57 \cdot 10^3 / 2,532 \cdot 10^4 \geq 0,1 \text{ м}^2.$$

Выбираем ТЭН-100Б8/0,63С220, ГОСТ 13268-74. Поверхность одного ТЭН: $F_1 = \pi dL = 3,14 \cdot 8 \cdot 10^{-3} \cdot 1 = 0,02512 \text{ м}^2$. Необходимое количество ТЭН: $n = F/F_1 = 0,1/0,02512 = 4$.

Вывод. На панели с размерами $600 \times 1000 \text{ мм}^2$ рекомендуется равномерно разместить 4 ТЭН длиной 1000 мм, диаметром 8 мм и подключить их параллельно к источнику переменного тока напряжением 220 В.

В качестве тепловых ИК-излучателей используют также кварцевые трубчатые нагреватели мощностью до 2,5 кВт, позволяющие создавать интенсивность излучения до 62 кВт/м^2 , а в кратковременном режиме – до 1600 кВт/м^2 . Они малоинерционные и удобны для прерывистой подачи энергии.

Для нагрева применяют также лампы накаливания с параболическими посеребренными колбами мощностью 250...500 Вт.

6.5. Высокочастотные нагреватели

При склеивании толстых заготовок, когда клеевой слой расположен глубоко от наружной поверхности, нагрев осуществляют в поле токов высокой частоты (ТВЧ).

Сущность процесса. Древесина по своей природе является диэлектриком, не проводящим электрического тока. В ней отсутствуют свободные электрические заряды. По своим электрическим свойствам молекулы древесины эквивалентны электрическим диполям, которые в свободном состоянии расположены хаотично. При помещении диэлектрика во внешнее электрическое поле происходит деформация молекул и возникает индуцированный дипольный электрический момент молекул, пропорциональный напряженности поля. Происходит поляризация молекул. Если внешнее электрическое поле создать переменным током высокой частоты, то направление деформации молекул будет следовать за направлением магнитного поля. При этом процесс ориентации сопровождается трением и соударением молекул, затраченная на это работа превращается в тепло.

Чем больше напряжение поля, тем больше угол поворота диполей; чем больше частота тока, тем чаще меняется направление поля, тем чаще молекулы меняют свое положение и тем интенсивнее нагревается диэлектрик.

Помимо сказанного, в диэлектрике возникают другие явления, вызывающие выделение тепла:

- электронная поляризация (деформация электронных орбит);
- низкочастотная поляризация (передвижение ионов внутри диэлектрика с образованием объемных зарядов);
- ионная поляризация (упругая деформация ионов).

Интенсивность нагрева диэлектрика зависит от напряженности и частоты электрического поля, а также от электрических характеристик материала диэлектрика (табл. 8). Напряженность электрического поля определяется по формуле:

$$E = U / d, \quad (29)$$

где U – величина напряжения, подведенного к рабочим электродам, В;

d – расстояние между электродами, см.

Единицей измерения напряженности поля является В/см или кВ/см.

Для каждого материала экспериментально находится величина напряженности – пробивной градиент напряжения, при превышении которого происходит электрический пробой. Рабочая напряженность, или допустимый градиент напряженности, принимается в 1,5...2 раза меньше пробивного градиента.

Частота электрического тока, Гц:

$$f = 3 \cdot 10^8 / \lambda, \quad (30)$$

где λ - длина волны, м.

При склеивании древесины в поле ТВЧ $\lambda = 10...100$ м, $f = 3...30$ МГц.

Таблица 8

Диэлектрические свойства склеиваемой древесины

Наименование	Древесина сухая	Сосна влажностью W, %		Бук влажностью 15 %	Березовая фанера влажностью 10 %	Два слоя березовой фанеры, между ними слой жидкой фенолоформальдегидной смолы
		10	15			
ϵ	4	3	8,2	9,4	–	–
$\text{tg}\delta$	0,05	0,05	0,04...0,059	0,058	–	–
Фактор потерь	0,2	0,15	0,33...0,48	0,55	0,13...0,21	0,58...0,72
Частота, МГц	–	5...10	1...10	1...10	1...10	1...10

Электрическая характеристика диэлектрика определяется диэлектрической проницаемостью материала ϵ и тангенсом угла потерь, $\text{tg}\delta$. Величины ϵ и $\text{tg}\delta$ зависят от строения древесины, ее влажности, свойств клея, частоты, направления тока и т.д.

Произведение электрической проницаемости на коэффициент потерь $\epsilon \text{tg}\delta$ называют фактором потерь, который характеризует свойства материала при высокочастотном нагреве.

Склеиваемый пакет состоит из древесины и клеевых слоев. Фактор потерь клеевого слоя выше, чем древесины, поэтому он нагревается более интенсивно. Тепло избирательно накапливается в клеевом слое. По мере отверждения клеевого шва фактор потерь его уменьшается и избирательность нагрева клеевого слоя ослабевает.

Значения ϵ и $\text{tg}\delta$ для клея следующие:

	ϵ	$\text{tg}\delta$
до отверждения	25...60	0,5...0,8
после отверждения	3...6	0,5...0,8

Интенсивность нагрева при $E = \text{const}$ можно регулировать за счет изменения частоты тока f . Нижний предел f диктуется желаемой интенсивностью нагрева (не менее 3...5 МГц), а верхний предел зависит от допустимой неравномерности нагрева (не более 5%). Увеличение частоты тока приводит к уменьшению длины волны и усилению неравномерности нагрева за счет стоячих волн.

При склеивании в поле ТВЧ в соответствии с расположением электродов относительно клеевых слоев возможен поперечный, параллельный и рассеянный нагрев.

При поперечном нагреве клеевые слои располагают параллельно поверхностям электродов и силовые линии электрического поля направлены перпендикулярно слоям. В этом случае прогревается весь склеиваемый материал. Такой нагрев применяется, например, при производстве фанеры.

При параллельном нагреве клеевые слои параллельны силовым линиям электрического поля и перпендикулярны электродам. В этом случае в основном разогреваются клеевые слои, примерно в 14 раз быстрее, чем древесина. Однако этот способ нагрева возможен только в случае, если ширина клеевого слоя не превосходит 76 мм, а рас-

стояние между электродами не более 300 мм. В противном случае в средней части клеевого слоя будут дефекты.

Когда первые два способа нагрева становятся неприемлемыми, применяют нагрев в рассеянном поле, при котором клеевой слой не находится непосредственно между электродами. Электроды скользят по одной поверхности соединяемых деталей. Продолжительность такого нагрева более длительна.

Удельная мощность. Удельная мощность, выделяемая в 1 см^3 материала вследствие возникновения диэлектрических потерь, определяется по формуле

$$p = 0,55 \epsilon t g \delta f E^2 \cdot 10^{-12}, \quad (31)$$

где p – удельная мощность, Вт/ см^3 ;

E – напряженность электрического поля, В/см;

f – частота тока, Гц.

Источником электрической энергии, подводимой к электродам, является высокочастотный генератор. Наиболее часто применяются генераторы моделей ВЧГ1-1/40, ВЧГ2-4/27, ВЧГ3-60/13, ВЧГ4-4/27 (здесь в числителе указана колебательная мощность, кВт, а в знаменателе – рабочая частота, МГц).

Колебательную мощность генератора (кВт) можно определить приближенно по следующим формулам:

– при поперечном направлении поля $P_r = 2G/t,$

где G – масса склеиваемой древесины, находящейся в зоне нагрева, кг;

t – длительность отверждения клея, мин;

– при параллельном направлении поля $P_z = S/600t,$

где S – площадь клеевого слоя, см^2 ;

– при нагреве в рассеянном поле $P_z = S/300t.$

Практическое использование токов высокой частоты для склеивания древесины требует довольно больших затрат, так как применяемое оборудование относительно дорого и дефицитно. Кроме того, при эксплуатации высокочастотных установок возникают большие трудности по их обслуживанию и содержанию. Все это сдерживает их широкое применение.

6.6. Нагрев клеевых слоев токами промышленной частоты

Описанные выше нагревательные устройства либо энергоемки, так как создаваемое ими тепло расходуется на нагрев не только клеевых слоев, но и древесины, либо включает сложную аппаратуру, создающую трудности при эксплуатации.

В связи с этим все большее внимание уделяется способу нагрева клеевого слоя путем пропускания через него электрического тока промышленной частоты. Практическое осуществление такого способа связано с введением в клеевой слой металлической сетки либо с добавлением в состав клея токопроводящего наполнителя.

При использовании металлической сетки ее укладывают перед соединением заготовок в клеевой слой и в период прессования подключают к источнику электрического тока. При прохождении тока сетка выделяет тепло и нагревает клеевой слой. После прессования концы сетки обрезают, и она остается в склеенном изделии.

Выделяемое сеткой тепло распределяется по клеевому слою неравномерно: наибольший нагрев происходит около проволоки, т.е. в месте выделения тепла. Выравнивание температуры происходит путем теплопроводности клея. Прогрев клеевого слоя достигается быстро, однако усложнение технологии склеивания и дефицитность сетки делают этот способ нагрева редко применяемым.

Другой путь реализации данного способа нагрева связан с созданием токопроводящих клеев. Для этого по предложению Санкт-Петербургской лесотехнической академии в состав клея в качестве наполнителя следует ввести грален в количестве 0,5...1,0%. Грален – волокнистое токопроводящее вещество с длиной волокон 5...6 мм.

По своим свойствам грален превосходит многие известные наполнители: он химически инертен, хорошо смачивается многими органическими связующими, не оказывает абразивного действия на режущий инструмент при последующей обработке клеевых изделий. Он обладает хорошими физико-механическими свойствами, повышенным содержанием углерода и более высокой электропроводностью. Отдельные волокна гралена представляют собой готовые углеродные токопроводящие цепочки.

Для склеивания заготовок к клеевому слою подводят электроды, подключенные к источнику тока промышленной частоты, напряжением 60 В. Электроды выполняются в виде пластин из дюралюминия или нержавеющей стали и подводятся к склеиваемому изделию с противоположных сторон. Выдавленный при запрессовке из соединения клей попадает на электроды и обеспечивает надежный электрический контакт. Необходимое давление электродов на древесину составляет 0,2...0,4 МПа.

Необходимая электрическая мощность (Вт) нагревательной установки, например, для зубчатых клеевых соединений определяется по формуле:

$$P = (1,15...1,20)[2BH / (t\sqrt{t/2 - b^2 + L^2})],$$

где В – ширина заготовки, см;

Н – толщина заготовки, см;

t – шаг шипов, см;

b – затупление шипа, см;

L – длина шипа, см.

При склеивании на зубчатые шипы прочность соединения сразу после окончания нагрева составляет 25...30%, через 10...15 мин – 55...60%, а через 2 часа – почти 90%. Окончательное отверждение клея происходит за счет аккумулированного тепла и действия отвердителя.

Разрушающее напряжение при статическом изгибе равно 49 МПа, при растяжении – 57 МПа.

Контрольные вопросы и задания

1. Назовите способы нагрева клеевых слоев.
2. Изобразите схемы гибких нагревателей для склеивания узких и широких деталей.
3. Как определяется мощность гибкого и жесткого нагревателей?
4. Изобразите схему ТЭН.
5. Какое напряжение электрического тока считается безопасным для гибких нагревателей?
6. Какие нагреватели называются радиационными?
7. Расскажите о принципе работы высокочастотных электрических нагревателей.
8. Можно ли приготовить электропроводный клей?

ЧАСТЬ III

Оборудование для клеильно-сборочных работ

7. Прессы

7.1. Классификация прессов

Соединение деталей на клее производится в прессе. Прессы, используемые в деревообрабатывающей промышленности, можно классифицировать по следующим признакам [10]:

- по температуре: с нагреваемыми и не нагреваемыми плитами;
- по этажности: одно-, двух- и многоэтажные;
- по характеру работы: периодического или непрерывного действия;
- по виду привода: гидравлические, пневматические (в том числе вакуумные), механические, электромагнитные;
- по виду элементов, передающих давление: с жесткими плитами, гусеницами, роликами, мембранами, эластичными диафрагмами, лентами;
- по виду теплоносителя: с обогревом паром, горячей водой, электричеством, минеральными жидкостями;
- по конструкции станины: колонные, рамные и коробчатые.

7.2. Пресс гидравлический

Общее представление о прессе можно составить по рис. 30. Пресс включает основание 1, в которое вмонтировано два гидроцилиндра 5 с плунжерами 6. В верхней части пресса расположена головка 2, соединенная с основанием с помощью колонн (рам или сплошных стальных листов) 3. Подъемный стол 4, жестко соединен с плунжерами 6. Обогревательные стальные плиты 7, размещены в промежутке между головкой 2 и столом 4 пресса. Обогрев их производится водяным паром, подаваемым по трубопроводам 8. В разомкнутом состоянии плиты удерживаются плитодержателями 9 и упорами 10.

Основание пресса изготавливается литым из стали или сварным из балок соответствующего профиля. В основание встраиваются в раз-

личных прессах от одного до восьми гидроцилиндров диаметром 200...650 мм.

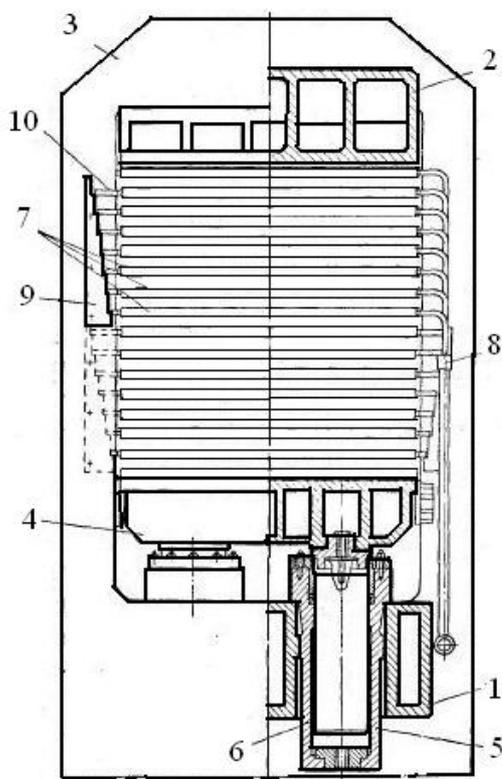


Рис. 30. Пресс гидравлический

Нагревательные плиты выполняются толщиной 38-50 мм для производства фанеры и 70-80 мм для изготовления древесностружечных плит. Поверхность плит плоская, шлифованная, отклонение от плоскостности не более 0,1 мм на 1 м длины. В плитах имеется система каналов диаметром 15-20 мм для циркуляции пара или горячего масла, или горячей воды. Разница в температуре по площади плиты не должна превышать 2°C, а время разогрева – не более 30 минут. Плиты свободно лежат на плитодержателях.

Наиболее удобным теплоносителем является насыщенный пар, при этом температура плит зависит от давления пара. При использовании перегретой воды уменьшаются потери тепла из-за парообразования, сокращается время прогрева, увеличивается равномерность температурного поля.

Для сокращения цикла прессования в некоторых случаях применяют перфорированные плиты пресса. Через отверстия в плитах пар под низким давлением проникает в склеиваемый пакет и быстро прогревает склеиваемый материал (используется в производстве стружечных плит). Время цикла сокращается с 6 до 1,5 мин, снижаются энергозатраты, повышается пластичность стружечно-клеевой смеси.

Иногда используются высокотемпературные теплоносители в виде минеральных жидкостей с температурой кипения до 300°C при нормальном давлении, например ароматизированный минеральный теплоноситель АМТ-300. Его применение позволяет отказаться от системы паропроводов, использовать электронагрев жидкости и ее циркуляцию без потерь под минимальным избыточным давлением.

Механизм одновременного смыкания плит пресса служит для сокращения времени закрытой выдержки и предотвращения преждевременного отверждения клея после загрузки пакетов в горячий пресс.

Особенно это важно в производстве древесностружечных плит, где температура плит пресса может достигать до 200°C.

К *средствам околопрессовой механизации* горячих многоэтажных прессов относятся загрузочный конвейер, толкатель, загрузочная и разгрузочная этажерки, конвейер для выгрузки продукции.

Общий вид пресса для склеивания фанеры и организация рабочего места приведены на рис. 31.

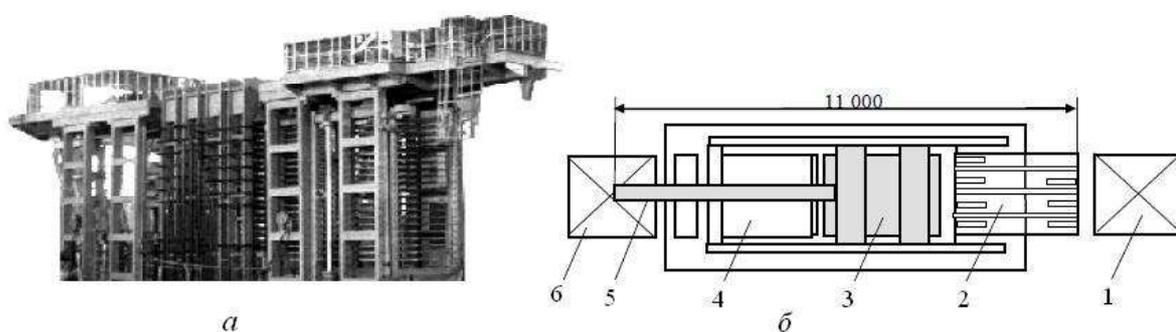


Рис. 31. Общий вид пресса Д 4038 с околопрессовой механизацией (а) и вид оборудования в плане (б):

1 - стопа пакетов, 2 - загрузчик, 3 - загрузочная этажерка, 4 - пресс Д4038, 5 - разгрузочная этажерка, 6 - фанера после прессования

Технические характеристики прессов

Параметры	НПФ 0339	ДА 4438	Д4038 Д	4042 Ф1
Усилие пресса, мН	8,0	6,3	6,3	16,0
Давление прессования, МПа	2,3	2,2	2,5	3,0
Число этажей	14	20	20	20
Размер плит, м	2,55×1,35	1,65×1,75	1,65×1,75	3,3 ×1,7
Толщина греющих плит, мм	45	45	45	-
Высота рабочего промежутка, мм	80	70	70	110
Схема прессования	Бесподдонная		На поддонах	
Число цилиндров				
главных / вспомогательных	-	2 / 2	2 / 2	-
Диаметр плунжеров, мм,				
главных / вспомогательных	-	450 / 90	450 / 90	-
Скорость смыкания плит, мм/с	-	108	120	-
Установленная мощность, кВт	18,5	96,5	115	-
Размеры пресса (L×B×H), м	10,4×8,5 × 6,6	9,33×8,0 × 5,15	11,0 × 8,7 × 4,8	17,5 × 3,8 × 6,0
Масса, т	-	73	95	123,5

Пресс НПФ 0339 (Нелидовский ЗГП) рассчитан на производство строительной фанеры размером 2440×1220 мм, работает с паровым обогревом, макс. температура плит $155\text{ }^{\circ}\text{C}$ при давлении пара до $0,8$ МПа.

Прессы ДА 4438 и Д 4038 (ОАО "Днепропресс") предназначены для склеивания фанеры стандартного формата 1525×1525 мм, оснащены двухсторонней механизацией загрузки и выгрузки.

Пресс Д 4042 Ф1 имеет увеличенные размеры греющих плит и предназначен для специальных видов фанерной продукции, получаемых с применением поддонов (декоративная, бакелизированная). В прессе возможно охлаждение плит в каждом цикле запрессовки, стабилизация толщины продукции обеспечивается путем изменения давления прессования. Возможна поэтажная загрузка этажерок с конвейера.

7.3. Плиты прессов

Пресс с диафрагменными плитами (рис. 32). На обогреваемой плите 1 закреплена диафрагма 3 из силиконового каучука с толстым бортом 2 и тонким металлическим листом обшивки (толщина листа 1 мм) 4. На лист обшивки кладется склеиваемый пакет 5.

После смыкания плит пресса под диафрагму подается водяной пар под давлением $0,5 \dots 1$ МПа. Пар прогревает диафрагму и передает

через нее на пакет 5 равномерное давление по всей площади. При таком прессовании упрессовка снижается с $8 \dots 10$ до $3 \dots 5\%$.

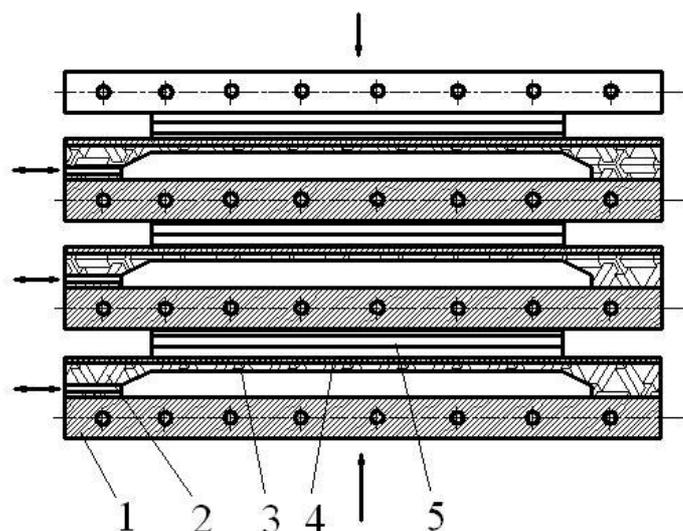


Рис. 32. Схема прессования диафрагменными плитами

Пресс с упругими прокладками. Применение упругих прокладок позволяет выполнять работы по облицовыванию профильных поверхностей деталей или производить гнutoкленные детали из шпона.

В качестве упругой прокладки 2 (рис. 33) используется силиконовый каучук или фторкаучук, облицованный металлическим листом 3 толщиной 0,5-1,0 мм. Силиконовый каучук выдерживает температуру до 250-300°C и имеет срок службы до 1500 часов.

Упругая прокладка крепится на обогреваемой плите 1 прессы. На плиту кладется заготовка 5 и накрывается облицовкой 4. При смыкании плит прессы прокладка упруго деформируется и передает давление на склеиваемые детали. При таком способе склеивания давление прессования может быть снижено до 0,3-0,5 МПа.

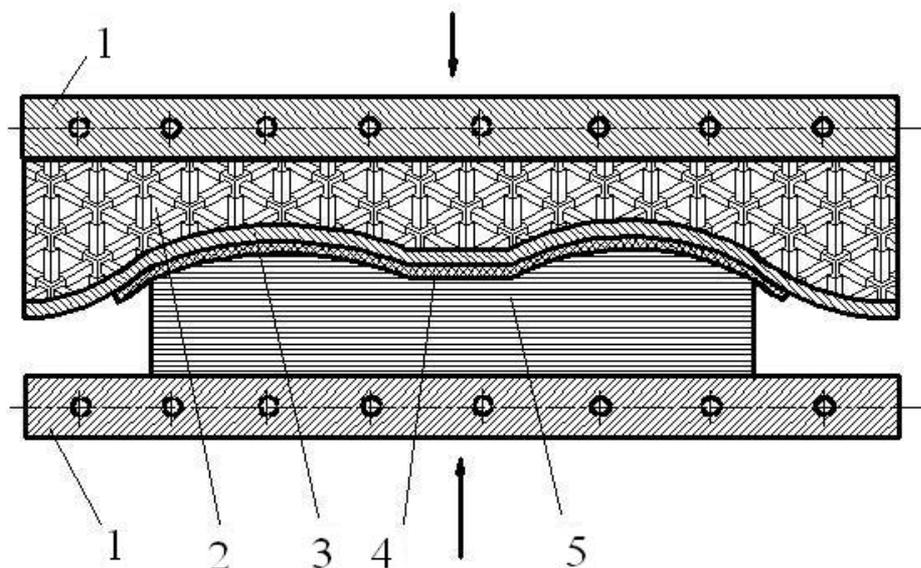


Рис. 33. Схема устройства прессы с упругими прокладками

Вакуумный пресс. Вакуумное прессование широко применяется при облицовывании профильных деталей мебели и производстве гнutoкленных деталей.

На верхней плите такого прессы (рис. 34) закреплена диафрагма 4 из силиконового каучука или обрeзиненной стеклоткани. Камера, образованная плитой и диафрагмой, соединена каналом с атмосферой. Нижняя обогреваемая плита 1 имеет борта по периметру и соединена каналами 2 с источником вакуума.

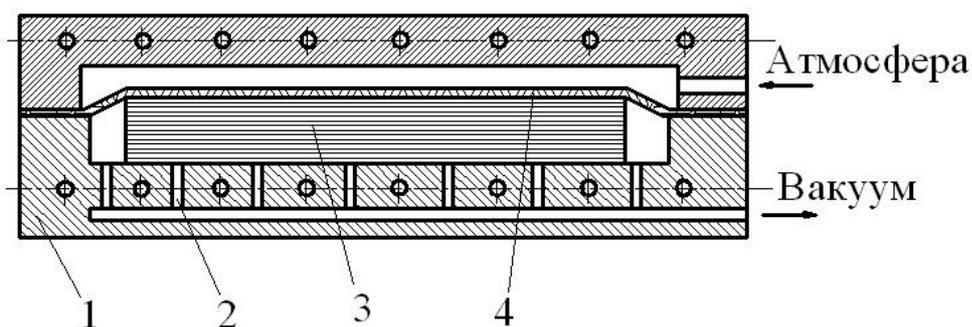


Рис.34. Схема работы диафрагменного прессы

Склеиваемый пакет деталей 3 кладется на нижнюю плиту прессы. После смыкания плит из под диафрагмы выкачивается воздух, и диафрагма прочно сжимает пакет. При этом способе обеспечивается равномерное распределение давления по всей площади склеивания и упрессовка, например, фанеры может быть снижена до 0,5 -1%. Качественное склеивание фанеры достигается при разрежении 0,05-0,06 МПа.

Пресс мембранно-вакуумный BR-2600 (Рис. 35). Предназначен для облицовки пленками ПВХ, АВС, ПП, натуральным шпоном, фольгой, тканью, натуральной и искусственной кожей заготовок из МДФ, массива древесины. Высокое давление прессования с использованием мембраны (до 0,9 МПа), обеспечивает высокое качество приклеивания облицовок на плоские и профильные участки поверхностей. При облицовке используется нагрев, вакуумная технология и подача воздуха под давлением.



Рис. 35. Прессы мембранно-вакуумные Brother

Высокая скорость и равномерность нагрева мембраны или облицовочной пленки (при вакуумном прессовании), исключают непроклеи и позволяют снизить время прессования.

Техническая характеристика прессы

Размер рабочего стола, мм	1350×2680
Размер рабочей зоны, мм	1270×2600
Количество рабочих столов, шт	2
Макс. высота детали, мм	80 (180)
Мощность привода столов, кВт	0,4 × 2шт
Диаметр и количество гидроцилиндров	80 мм /2 шт
Мощность гидравлической помпы, кВт	11,25
Мощность нагревательной системы, кВт	37
Мощность вакуумной помпы, кВт	1,5
Габариты , мм	5850(8800) ×2250×1950
Масса прессы, кг	10 500 (11 500)

Примечание: размер в скобках – для прессы с двумя столами.

Пресс с электронагревательными пластинами. Этот пресс может быть одноэтажным. Вместо нагревательных плит используются нагревательные пластины, например, электропроводная бумага из волокна "Углен", изолированная стеклотканью. Толщина пластин - $2 \pm 0,5$ мм, масса 3-3,5 кг/м². Пакеты фанеры чередуются с нагревательными пластинами и загружаются в холодный пресс.

Токоподводящим элементом является медная фольга. Максимальная температура 150°С.

Одноэтажный горячий пресс. Применяется в основном для склеивания большеформатной продукции (существуют прессы длиной до 15 м). Преимущества такого оборудования заключаются в коротком цикле склеивания, высокой стабильности свойств материала по всему его объёму, отсутствии толкателей и этажерок. Отпадает необходимость устройства глубоких приямков, так как пресс имеет обычно верхнее давление, что облегчает загрузку и выгрузку пакетов. Пресс требует больших производственных площадей, но в ряде случаев его производительность не уступает производительности многоэтажного прессы.

Гидравлические прессы для холодного склеивания фанеры. Прессы для холодного склеивания фанеры выполняются одноэтаж-

ными с подвижным столом (рис. 36). Холодный стол 2 поднимается гидроцилиндром 4, смонтированным в основании 1 прессы.

Склеивают фанеру в холодных прессах пакетами, состоящими из отдельных пачек 7. Высота пакета зависит от величины раскрывания прессы.

Пачки 7 отделяют друг от друга металлическими листами-прокладками 6. Весь пакет собирают на деревянном щите 5 и таким же щитом накрывают сверху. Собранный пакет загружают в пресс и кладут на двутавровые балки 3. На верхний щит кладут такие же балки.

Далее в гидроцилиндр 4 прессы подают под давлением рабочую жидкость, и плунжер поднимает стол 2 и прижимает пакет к верхнему архитраву. При достижении требуемого удельного давления в пакете на концы верхних и нижних балок надевают стержни с винтовой нарезкой, соединенные карабинами 8. Завинчивая карабин на стержни, достигают необходимого сжатия пакета.

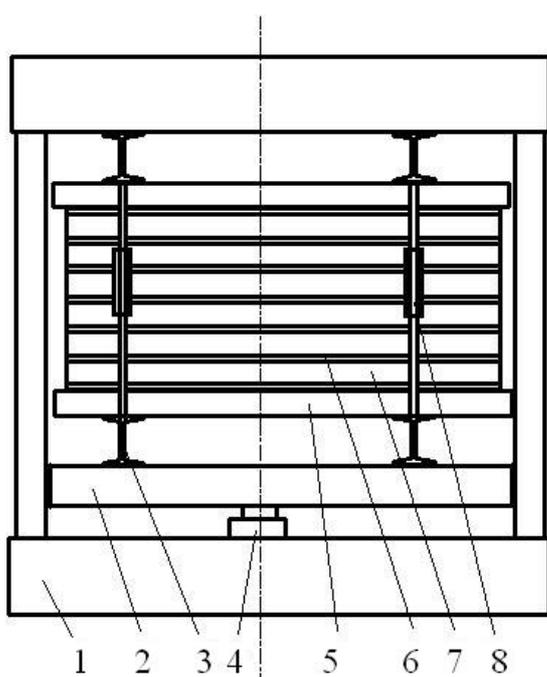


Рис. 36. Пресс для холодного склеивания фанеры

После этого сжатый пакет извлекают из прессы и увозят на место выдержки, где он остается до тех пор, пока не отвердеет клей. Время выдержки зависит от применяемого клея.

Затем пакет вновь загружают в пресс, создают давление, развинчивают карабины и снимают винтовые стержни. Пакет извлекают из прессы, и оклеенные листы фанеры направляют на подсушку.

Таким образом, пресс для холодного склеивания фанеры применяют только для обжима пакетов и создания между листами шпона необходимого контакта.

8. Оборудование для соединения заготовок по длине

8.1. Общие сведения

Одним из способов сборки отдельных отрезков древесины в кондиционные заготовки является склеивание по длине. Это дает возможность все отбраковываемые пиломатериалы и некондиционные отрезки превратить в полноценные заготовки. Соединение по длине позволяет утилизировать немерные и короткие заготовки, обеспечивает создание непрерывных и безотходных технологий с выпуском продукции заданного качества.

По длине соединяют пиломатериалы, фанеру и плитные материалы.

Для сращивания фанеры толщиной до 6 мм со скоростью подачи 12...18 м/мин промышленность выпускает усочный станок УС и пресс - модели УСПГ с длиной нагревательных плит 1700 мм для склеивания заусованных заготовок.

8.2. Способы соединения пиломатериалов по длине

Наиболее часто пиломатериалы соединяют на клей. Классификация таких соединений приведена на рис. 37. Соединения впритык. У пиломатериалов выравнивают торцы, смазывают их клеем и впритык соединяют, выдерживая под давлением до отверждения клея. При простоте конструкции такое соединение не обеспечивает требуемой прочности. Это объясняется повышенной впитываемостью торцами досок жидкого клея и трудностью получения требуемой шероховатости поверхности торцов для склеивания. Кроме того, при таком соединении повышаются требования к точности сопряжения деталей. Соединения впритык не передают растягивающих и сжимающих усилий, создают концентрацию скалывающих и нормальных напряжений и поэтому не рекомендуются для многослойных клееных конструкций с горизонтальным расположением слоев. Прочность соединения впритык не превышает 25% прочности древесины при растяжении вдоль волокон.

Соединения на ус. Соединения, наиболее распространенные на практике, показаны на рис. 38.

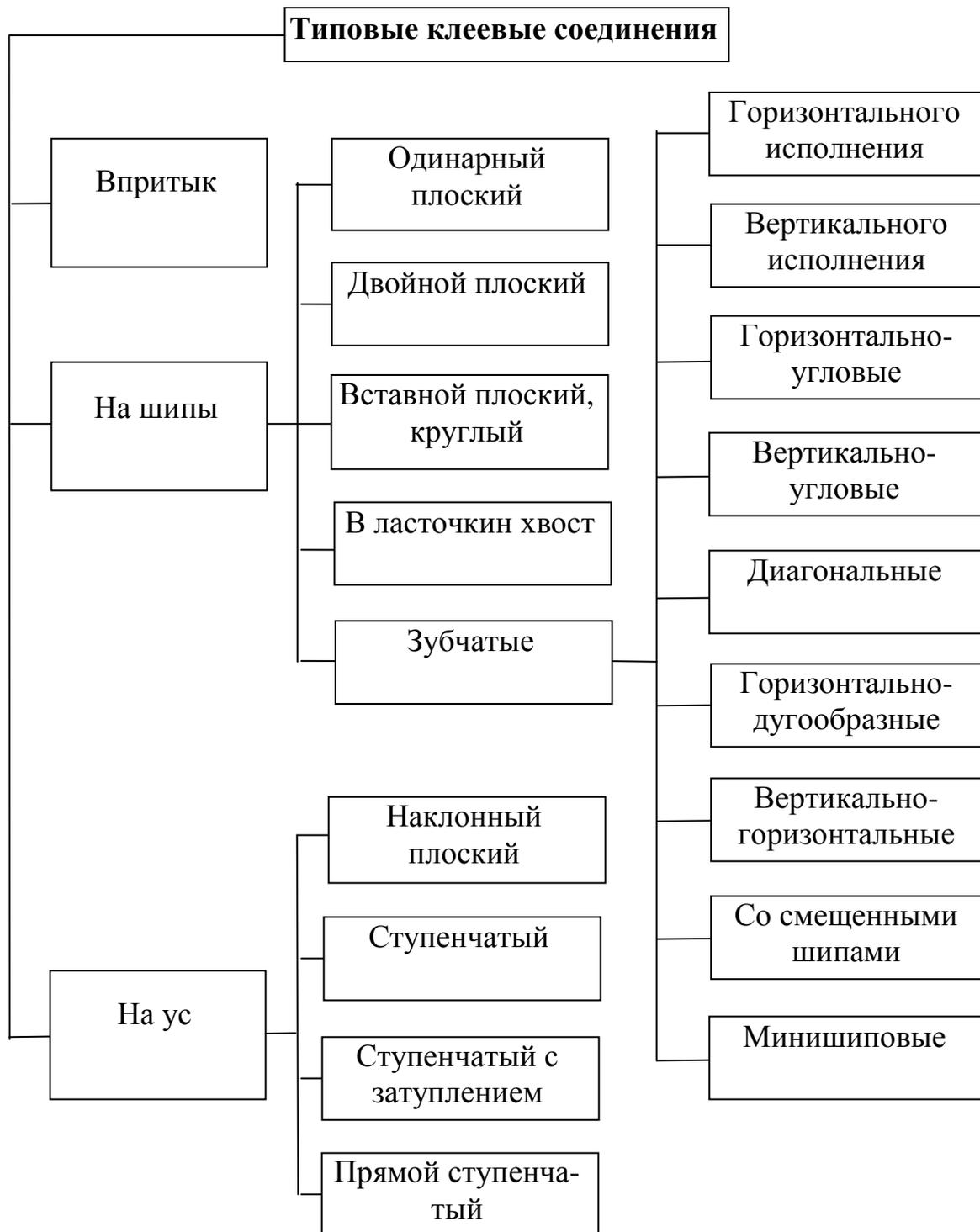


Рис. 37. Типы клеевых соединений

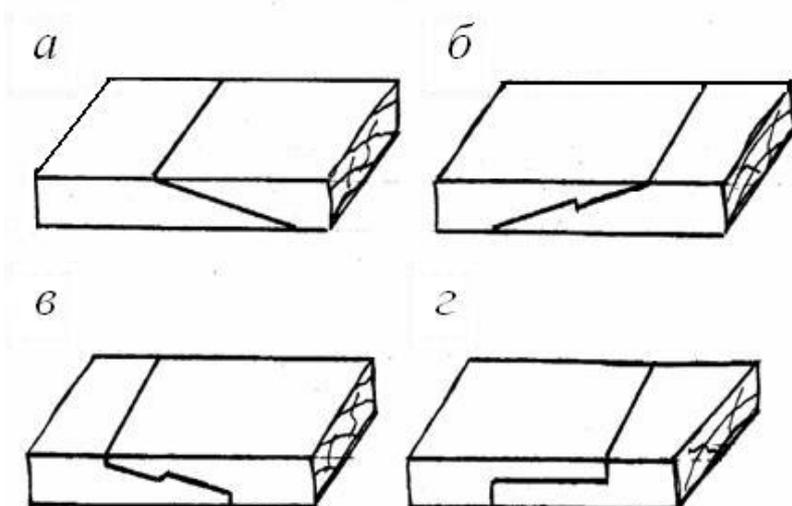


Рис. 38. Соединения на ус:
 а – плоский ус;
 б – ступенчатый ус;
 в – ступенчатый ус с закруглением;
 г – ступенчато-прямой ус

Соединения обладают большой прочностью, однако нарезание усов – процесс трудоемкий, связанный с большим расходом древесины.

Скос элементов усов рекомендуется следующий: 2:5 для изделий, работающих на сжатие, 1:10 для изделий, работающих на растяжение, и 1: 8 для изделий, работающих в тяжелых условиях.

Зубчатые клеевые соединения. Соединение деталей по длине на зубчатые шипы считается наиболее рациональным, так как все технологические операции этого процесса выполняются на станках, соединение получается прочным за счет большой поверхности склеивания, а также плотным из-за клиновидной формы шипов.

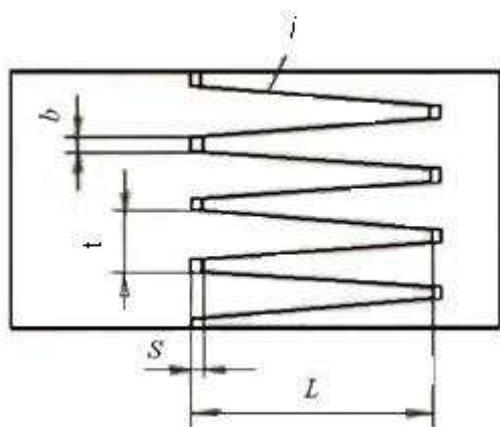


Рис. 39. Параметры зубчатого соединения

Размеры зубчатых шипов регламентированы ГОСТ 19414-79 “Древесина клееная. Зубчатые клеевые соединения. Размеры и технические требования”. Основные параметры зубчатых соединений и рекомендации по их применению приведены в табл. 9, рис. 39.

В технической документации зубчатые соединения обозначаются условно с указанием группы соединения и длины шипа, например, I- 32 ГОСТ19414-79.

Увеличение длины шипов облегчает сборку соединения, позволяет снизить усилие прессования, однако приводит к увеличению потерь древесины.

Таблица 9

Параметры зубчатых соединений по ГОСТ 19414-79

Группа соединения	Длина шипа L , мм	Шаг соединения t , мм	Затупление шипа b , мм	Уклон шипа i	Рекомендуемая область применения
I	50	12	1,5	1:11	Для склеивания по всему сечению напряженных элементов несущих конструкций
	32	8	1,0	1:10,5	
II	20	6	1,0	1:10	Для склеивания отдельных слоев многослойных элементов, а также элементов несущих конструкций по всему сечению
	10	3,5	0,5	1:8	
	5	1,75	0,2	1:7,5	

Ослабление прочности зубчатых соединений по сравнению с прочностью цельной древесины в зависимости от величины затупления составляет:

ширина затупления шипов, мм	0,3 - 0,5	1,2	2,5 - 3,5
снижение прочности сечения, %	8 - 10	25 - 20	50

Такие ослабления соединений можно приравнять к ослаблению пиломатериалов сучками. Приблизительно можно считать эквивалентными по прочности: клеевые соединения с затуплением зубьев в 0,3-0,5 мм и пиломатериалы отборного сорта ГОСТ 8486, соединения с затуплением 1-2 мм и пиломатериалы 2-го сорта, соединения с затуплением в 2,5-3,5 мм и пиломатериалы 3-го сорта.

Формирование зубчатых шипов может выполняться фрезерованием, пропиливанием и штампованием холодным или горячим штампом.

По ГОСТ 19414-79 рекомендуемое давление прессования выбирают в зависимости от вида соединения следующим образом:

Соединение	I-50	I-32	II-20	II-10	II-5
Давление, МПа	1...1,5	2...2,5	3...3,5	5...6	8...10

Усилие, прилагаемое по оси сращиваемых отрезков F , Н:

$$F = \frac{pBh(t-2k)}{t}, \quad (32)$$

где p – рекомендуемое давление прессования, МПа;

B, h – ширина и толщина брусков, мм;

t – шаг зубчатых шипов, мм;

k – величина затупления шипа, мм.

Разрушающее напряжение клеевого соединения I группы достигает 80% и более от прочности цельной древесины, а II группы не менее 65% при испытаниях на изгиб и не менее 55% при испытаниях на растяжение.

Основные виды зубчатых клеевых соединений деталей по длине приведены на рис. 40.

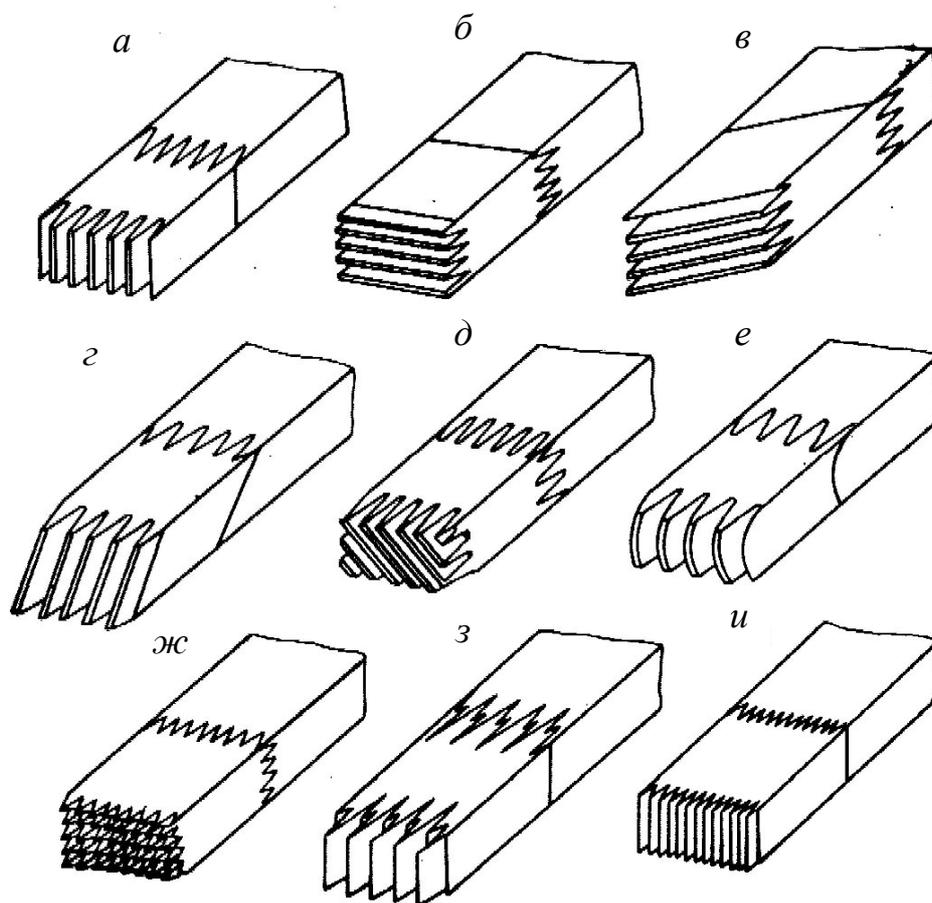


Рис. 40. Виды клеевых соединений по длине на зубчатых шипах:
a – вертикальных; *б* – горизонтальных; *в* – горизонтально-угловых;
г – вертикально-угловых; *д* – диагональных; *е* – вертикально-дуговых;
ж – вертикально-горизонтальных; *з* – смещенных; *и* – минишипах

Шипы получают методом фрезерования. Шероховатость поверхности шипов должна соответствовать R_z 60...200 мкм, точность по 12...14 качеству, посадка при сопряжении соединения h или k .

Любая линия соединения пиломатериалов по длине на зубчатые шипы включает следующий перечень оборудования: установку для нарезания шипов, клеенаносящее устройство, торцовый пресс, станок для раскроя непрерывной клеенной ленты по длине на заготовки и пакетформирующую машину.

Для соединения пиломатериалов по длине используют отходы производства или сухие пиломатериалы длиной более 1 м без недопустимых пороков древесины и других дефектов. Как правило, это отрезки немерной длины.

7.3. Установки для нарезания шипов

Нарезание шипов на заготовках можно производить на серийно выпускаемых промышленностью односторонних шипорезных станках или с помощью специальных шипорезных установок. Современный опыт развития таких установок показан структурной матрицей шипорезного станка линии склеивания пиломатериалов по длине (рис. 41).

Основные узлы для переноса заготовки относительно фрезы	Подача заготовок		
	поштучно	в пакете формы "щит"	в пакете формы "брус"
Поворотный стол на горизонтальной оси	СССР, №704792	–	–
Поперечный цепной конвейер с упорами и механизмом продольного перемещения	Япония, 54-17991, СССР, ЦНИИМОД, Франция, №240756	–	–
Две каретки на направляющих с конвейерами и конвейером между ними	–	ФРГ №2822659	–
Фреза смонтирована на каретке	–	ЦНИИМОД, Dimter, Hubel	–
Ленточный конвейер на вертикальной оси	–	–	ФРГ, Грекон
Два ленточных конвейера установлены друг за другом с упором между ними	–	–	ФРГ, Dimter
Примечание. Цифрами указаны номера авторских свидетельств, патентов			

Рис 41. Матрица на устройство для нарезания шипов

У такого станка выделяются две главные функции узлов: перенос заготовок относительно режущего инструмента и предварительная организация заготовок с подачей их поштучно, в пакете формы “щит” или “брус”.

На рис. 42 в качестве примера показан шипорезный станок модели TSK 15P (Китай). Станок предназначен для нарезания зубчатых шипов на торцах заготовок, используемых для продольного сращивания клеевым соединением в производстве столярно-строительных изделий, клеевых щитов, клееного строительного бруса, погонажных изделий и др.

Техническая характеристика станка TSK 15P

Размеры обрабатываемых заготовок, мм:

толщина.....	20...80
ширина.....	40...150
длина.....	250...1000

Размеры рабочего стола, мм..... 650×500

Ширина пакета заготовок, макс. мм 350

Частота вращения шпинделей, мин⁻¹:

пильного.....	2840
фрезерного	6750

Диаметр торцевой пилы, мм 250

Диаметр фрезы, мм 160

Скорость подачи, м/мин 3...6

Расход сжатого воздуха при давлении 0,6 МПа, м³/ч 1,25

Мощность электродвигателей приводов, кВт:

пилы	4
фрезы	11

Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм 2150 × 1450×1600

На станине станка смонтированы плоские горизонтальные направляющие 5, на которых установлена каретка 6, соединенная со штоком пневмоцилиндра 4.

Каретка снабжена вертикальным прижимом с приводом от пневмоцилиндра 1 и двумя горизонтальными прижимами с приводом от пневмоцилиндров 7.

На станине смонтирован пильный шпиндель с пилой 2 и фрезерный вертикальный шпиндель 8 с фрезой.



Рис. 42. Общий вид шипорезного станка TSK -15P

Станок работает в ручном режиме (при наладке, настройке) и в автоматическом режиме.

Пневматическая схема станка. На станке зажим пакета заготовок производится вертикальным пневмоцилиндром Ц1 и горизонтальными пневмоцилиндрами Ц2 и Ц3 (рис. 43). Подача каретки по направляющим выполняется пневмоцилиндром Ц4, а движение отсекателя обеспечивается пневмоцилиндром Ц5.

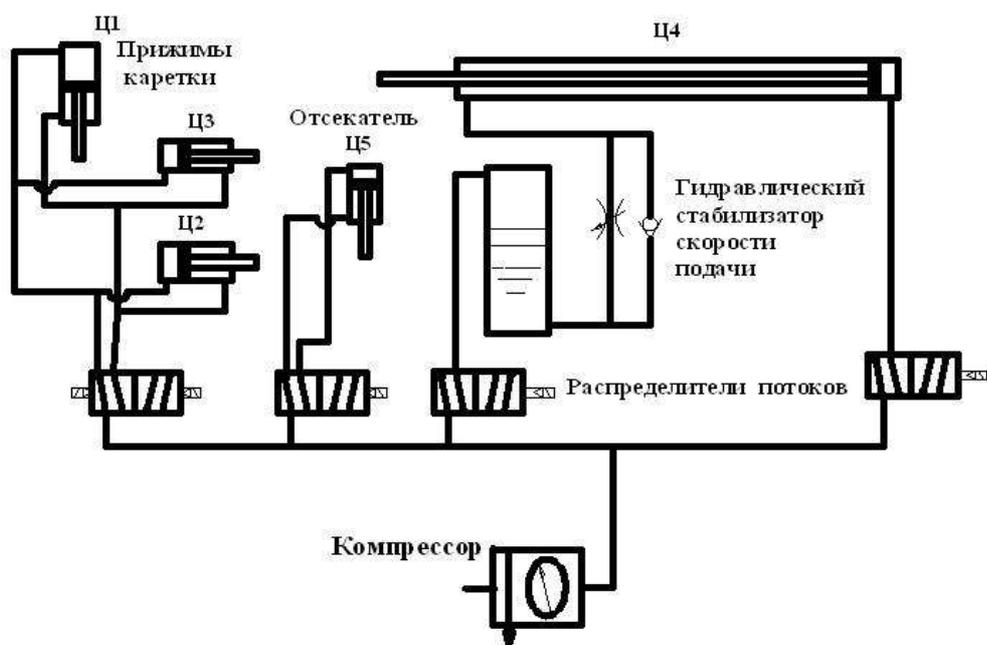


Рис. 43. Пневматическая схема станка

Движение каретки с пакетом заготовок в период рабочего хода должно быть плавным без рывков. Поскольку сжатый воздух не обеспечивает плавности хода штока цилиндра Ц4, в станке применен гидравлический стабилизатор скорости. В цилиндре стабилизатора скорости помещен поршень, под которым находится рабочая жидкость (масло), а над поршнем – сжатый воздух. В штоковую полость цилиндра Ц4 тоже закачена рабочая жидкость.

В процессе рабочего хода каретки сжатый воздух от компрессора поступает в бесштоковую полость цилиндра Ц4, и его шток с кареткой перемещаются влево. При этом рабочая жидкость выдавливается из цилиндра и через дроссель поступает в стабилизатор. Движение происходит плавно.

В период холостого хода каретки сжатый воздух от компрессора поступает в верхнюю полость стабилизатора и выдавливает из него рабочую жидкость, которая проходит через дроссель и обратный клапан. Скорость холостого хода каретки стала примерно в 2 раза больше, чем за рабочий ход.

Порядок работы на станке показан на технологической схеме (рис. 44).

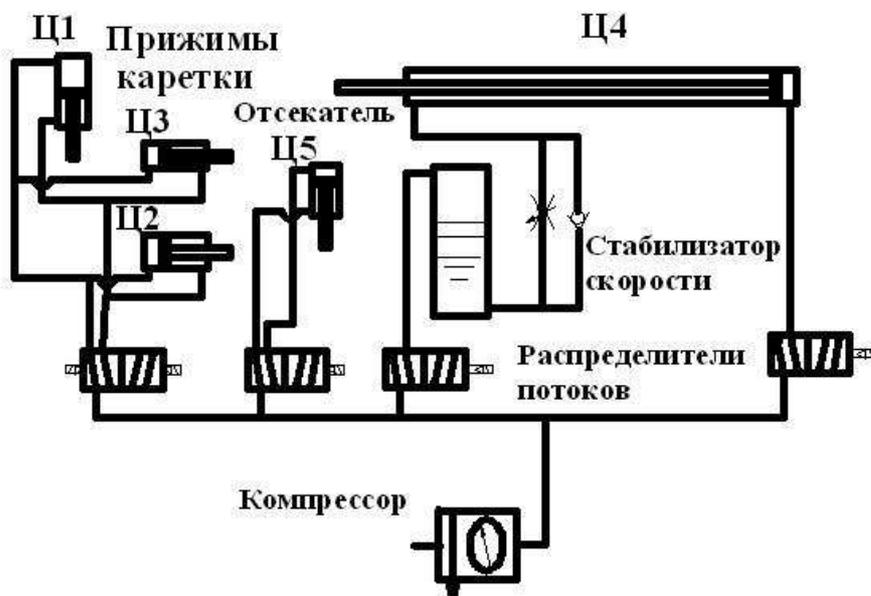


Рис. 44. Технологическая схема станка

Заготовки одинаковой толщины и ширины, но немерной (не обязательно одинаковой) длины укладываются на ребро в пакет на столе и прижимаются к торцовому упору (линейке). Вертикальным и горизонтальными прижимами пакет зажимается на столе.

Включается подача, и каретка с пакетом надвигается на пилу, которая выравнивает торцы заготовок, а затем надвигается на фрезу, которая нарезает шипы. В левом крайнем положении каретка надвигается на конечный выключатель, останавливается, упоры освобождают пакет, и отсекающая линейка под действием пневмоцилиндра отталкивает пакет на некоторое расстояние. Отталкивающая линейка (отсекатель) возвращается назад и пневмоцилиндр подачи возвращает каретку в исходное положение.

Пакет заготовок переворачивается и прижимается торцами к линейке торцового упора. Далее процесс нарезания шипов повторяется.

На рис. 45 приведена схема шипорезной установки фирмы Dimter (Германия). Установка состоит из двух приводных ленточных конвейеров 1 и 8, снабженных прижимами 3 и 6 для фиксации пакетов заготовок 2 и 7. Заготовки, уложенные на ребро, образуют пакеты формы “брус” шириной 800 мм. Между конвейерами смонтирован суппорт 9 с упорами 4 и 5 для заготовок, пильными, шипорезными и клеенаносящим узлами и поддерживающим роликовым приводным столом 10.

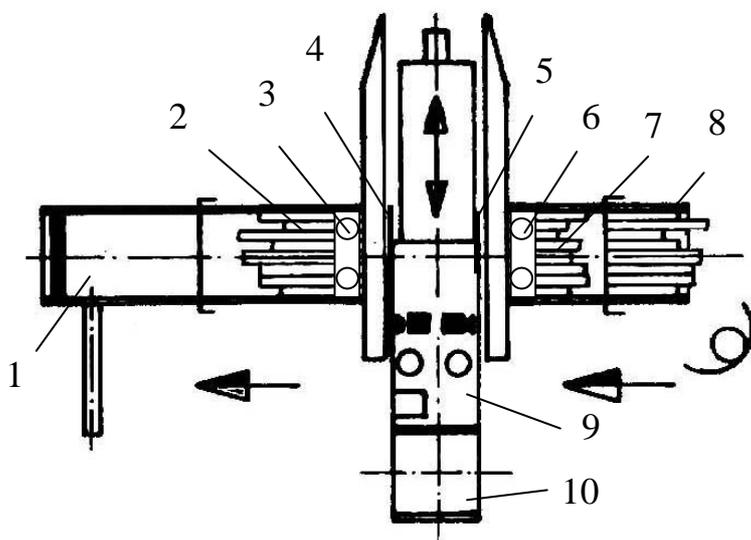


Рис. 45. Шипорезная установка фирмы Dimter

При работе конвейеры включают так, чтобы заготовки на них двигались навстречу друг другу. При этом каждая заготовка пакетов, прижимается к упорам. Торцы досок пакетов выравниваются. Включают прижимы 3 и 6, а конвейеры выключают. Пакеты фиксируются. Включают привод суппорта. Пильные головки оторцовывают концы пакетов, а шипорезные головки нарезают шипы. Одновременно на поверхность шипов наносится клей. Суппорт останавливается в край-

нем положении, и роликовый стол 10 соединяет ленточные конвейеры. Затем пакет 7 перемещают на конвейер 1, а на конвейере 8 формируют новый пакет. Суппорт 9 возвращают в исходное положение, и процесс нарезания шипов повторяется.

Шипорезная установка проста по конструкции, компактна, занимает небольшую производственную площадь, обладает высокой производительностью. Однако возможности установки ограничены при обработке коротких заготовок. Минимальная длина обрабатываемой заготовки в пакете соизмерима с диаметром барабанов ленточных конвейеров и составляет 220 мм.

8.4. Сборочно-опрессовочные машины

Заготовки с нарезанными шипами и нанесенным на них клеем перед запрессовкой должны быть максимально совмещены по пласти и кромкам. Для этого заготовки предварительно базируют в угол по столу и боковой направляющей линейке. Затем их при продольной подаче шипами соединяют и подают в торцовый пресс.

Известно много типов торцовых прессов. Любой из них характеризуется конструкциями двух главных функциональных механизмов – механизма продольной поштучной подачи заготовок и механизма торможения. Их варианты показаны на графе для продольного прессы (рис. 46). На ребрах графа указаны страны и номера патентов. Наилучшие результаты получаются в прессах с тормозным механизмом в виде маховика, вибратора или механизма рекуперации.

На рис. 47 показаны некоторые схемы прессов для продольного сжатия заготовок.

Для соединения заготовок небольших сечений применяют продольные прессы с подачей вальцами 2 (рис. 47, а) и торможением вальцами 4, которые прижимаются к сращиваемым заготовкам 1 пневмоцилиндрами 3. В прессе при одинаковой частоте вращения валцов $D_1 > D_2$. Так как окружная скорость вращения валцов $V_2 < V_1$, то вальцы 4 тормозят движение заготовок и происходит их продольное сжатие.

Для соединения заготовок средних сечений используют прессы, выполненные по схеме рис. 47, б. Склеиваемые заготовки 1 подаются гусеничным механизмом подачи 7, соединенным с приводом 8 цепной

передачей 6. Торможение заготовок осуществляется тормозной колодкой 5, к которой они периодически прижимаются пневмоцилиндрами 9.

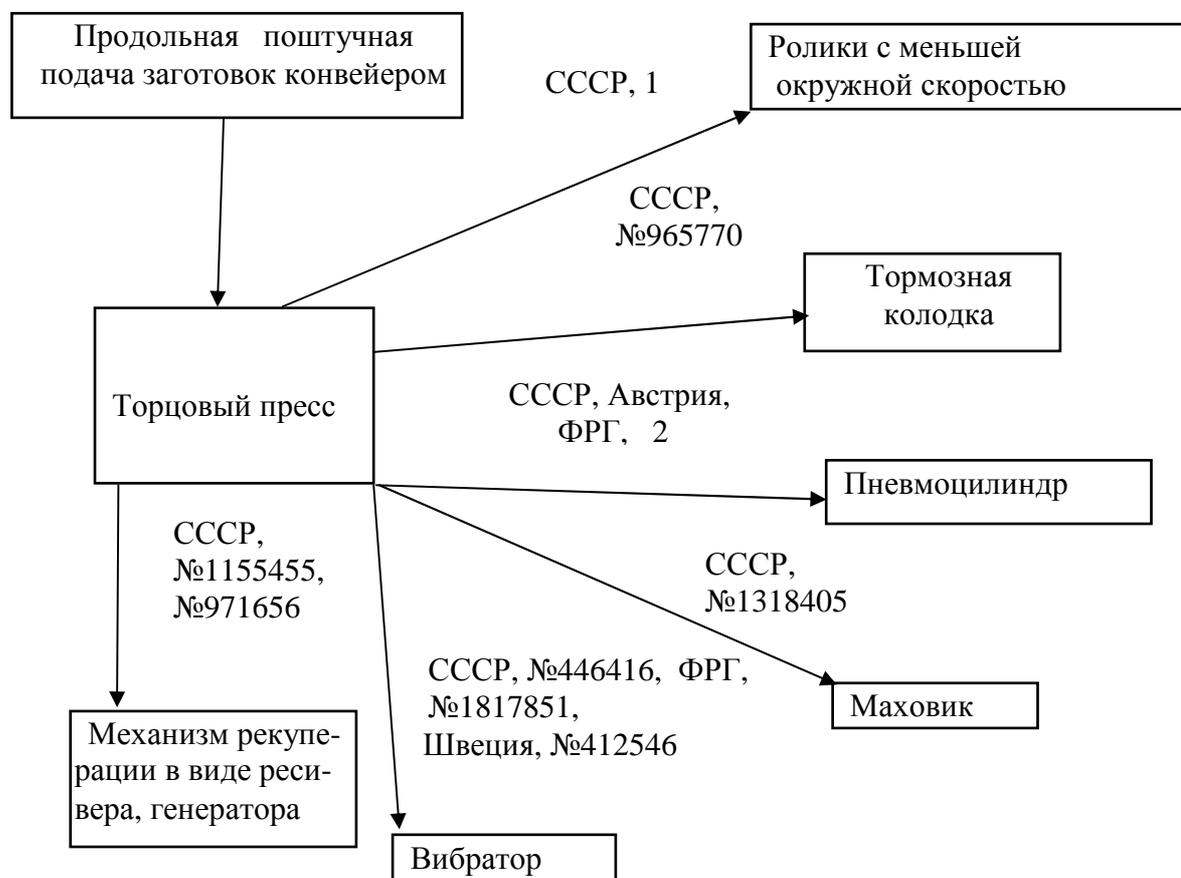


Рис. 46. Граф для пресса продольного сжатия брусковых заготовок:
1 – [18, с. 478]; 2 – [17, с. 25]

Для сращивания заготовок больших сечений применяют мощные прессы (рис. 47, в). В них склеиваемые заготовки 1 подаются приводными гусеницами 6 и 7. Тормозное устройство включает пневматические прижимы 11, смонтированные на каретке 12, установленной с возможностью поступательного перемещения. Каретка соединена с тормозным пневмоцилиндром 13.

Во избежание выпучивания отрезков в процессе прессования в средней части между подающим и тормозным механизмами установлены дополнительно два прижима (на схеме не показаны). Между этими прижимами расположен электрический датчик длины 10, который приводит в действие тормозной узел через каждые 2 м длины склеиваемой ленты. Сначала включаются пневмоприжимы 11, и лента

склеиваемых отрезков прижимается к каретке. Под действием сил трения лента увлекает за собой каретку.

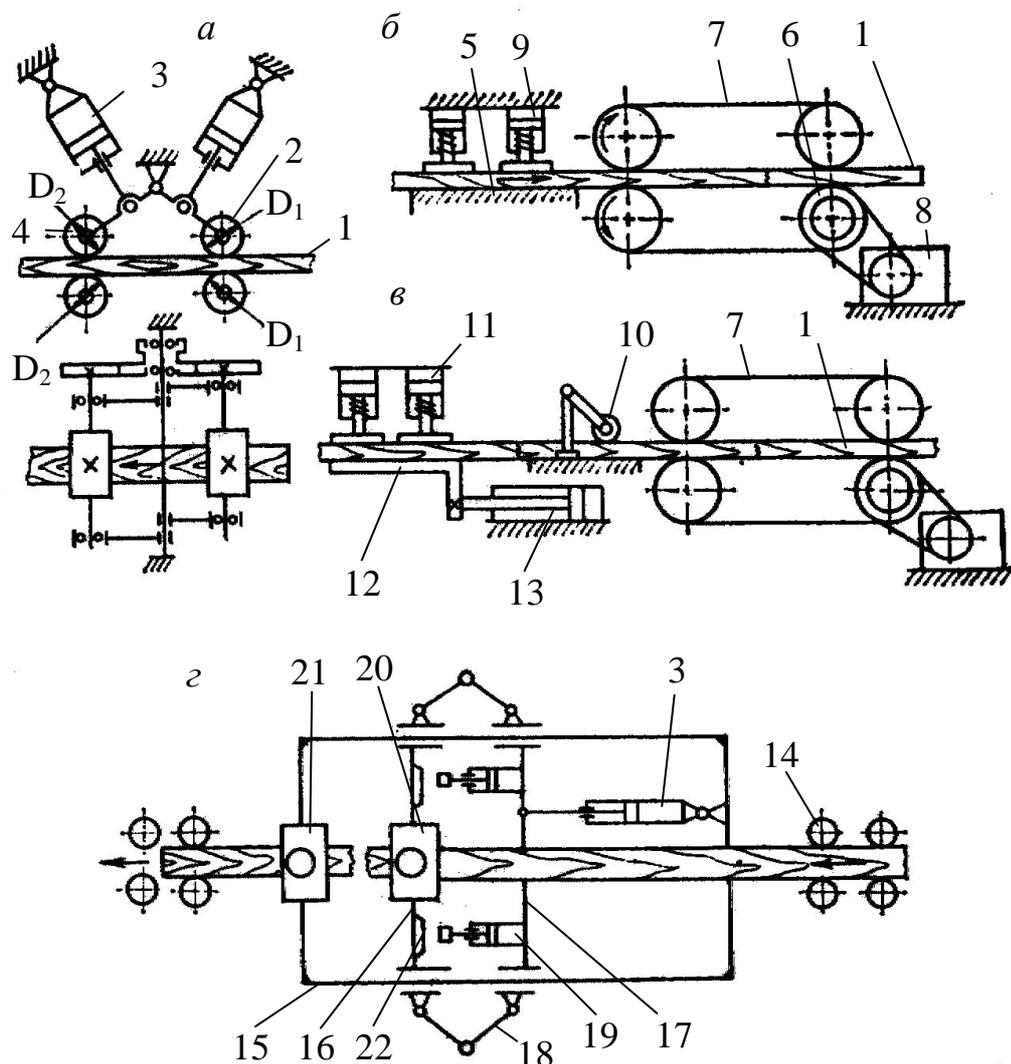


Рис. 47. Схемы прессов для продольного сжатия заготовок:
а - с подачей и торможением вальцами; *б* - с гусеничной подачей и тормозными колодками; *в* - с гусеничной подачей и тормозным пневмоцилиндром; *г* - с вальцовой подачей, тормозной колодкой и вибратором ударного действия

При этом в штоковой полости цилиндра 13 происходит замкнутое сжатие объема воздуха и создается необходимое усилие прессования. Штоковая полость соединена с контактным манометром, который при заданном давлении воздуха дает команду на отключение прижимов. Каретка освобождается от ленты и под действием сжатого воздуха в штоковой полости цилиндра 13 возвращается в исходное положение.

Опрессовочные машины обладают высокой производительностью и развивают большое усилие сжатия. Однако при склеивании в шиповом соединении возникают значительные внутренние напряжения, которые снижают прочность соединения. Этот недостаток устраняется, если необходимая плотность шипового соединения достигается при одновременном действии достаточного усилия прессования и вибрации в направлении сжатия.

Пресс с вибратором ударного действия (рис. 37, з) включает передние и задние ролики 14 механизма подачи и установленную на станине раму с цилиндрическими направляющими 15. На них смонтированы ползун 16 и нажимная рамка 17. Нажимная рамка несет на себе пневмоцилиндры 19 с бойками на штоках и соединена со штоком прессующего пневмоцилиндра 3, закрепленного на раме. Ползун имеет тормозную колодку 20 и наковальни 22. На заднем конце рамы имеется тормозная колодка 21.

Сращиваемые отрезки зажимаются тормозными колодками 20 и 21. Прессующий цилиндр перемещает нажимную рамку, последняя создает необходимое давление в шиповом соединении, а бойки пневмоцилиндров 19, создавая продольную вибрацию, уплотняют соединение.

8.5. Линии сращивания

Линия модели ПДК 202 (рис. 48) предназначена для соединения отрезков пиломатериалов по длине в производстве крупнопанельных деревянных домов.

Загрузка линии отрезками производится ленточным конвейером 1. С конвейера отрезки пиломатериалов попадают на упоры движущихся кареток 2 конвейера 6 шипорезных станков 3 и 18. Оператор ориентирует их левыми торцами по боковой базовой линейке. Упорами кареток конвейера и цепным конвейером поддерживающего стола 20 отрезки поступают в зону шипорезного станка под прижим 4. Здесь производится оторцовка, предварительная просечка и фрезерование шипов с одного торца.

Затем упорами цепного переталкивателя 19 отрезки перемещаются по столу 5 влево. Их правые торцы выравниваются по боковой направляющей линейке. Отрезки подаются каретками под прижим 17

второго шипорезного станка. На выходе из станка они проходят относительно клеенаносящего устройства 16 и попадают на накопительный стол 7 с загрузчиком 15.

Косыми роликами 9 отрезки прижимаются к боковой направляющей линейке 8 и механизмом подачи 10 подаются в пресс 11. Опрессовка каждого стыка наживленных отрезков производится при остановке механизма подачи прессы с необходимой выдержкой. После прессования лента отрезков попадает на торцовочный станок 12. Отторцованные по длине заготовки переносятся укладчиком 14 на наполный рольганг 13 в пакет.

Техническая характеристика линии ПДК 202

Размеры сращиваемых отрезков, мм:

длина	350...2500
ширина	50...150
толщина	20...80
Длина получаемых заготовок, мм	1500...6000
Скорость подачи, м/мин:	
пресса	7...30
шипорезного агрегата	2...9
Вид зубчатого соединения.	I-32; II-10 ГОСТ 19414-79
Производительность при $l = 1$ м и скорости подачи	
пресса 20 м/мин, м/ч	600
Численность обслуживающего персонала, чел.	2
Усилие прессования, Н	470400
Установленная мощность, кВт	47
Габаритные размеры, мм	13500 × 8650 × 2600
Масса, кг	12500

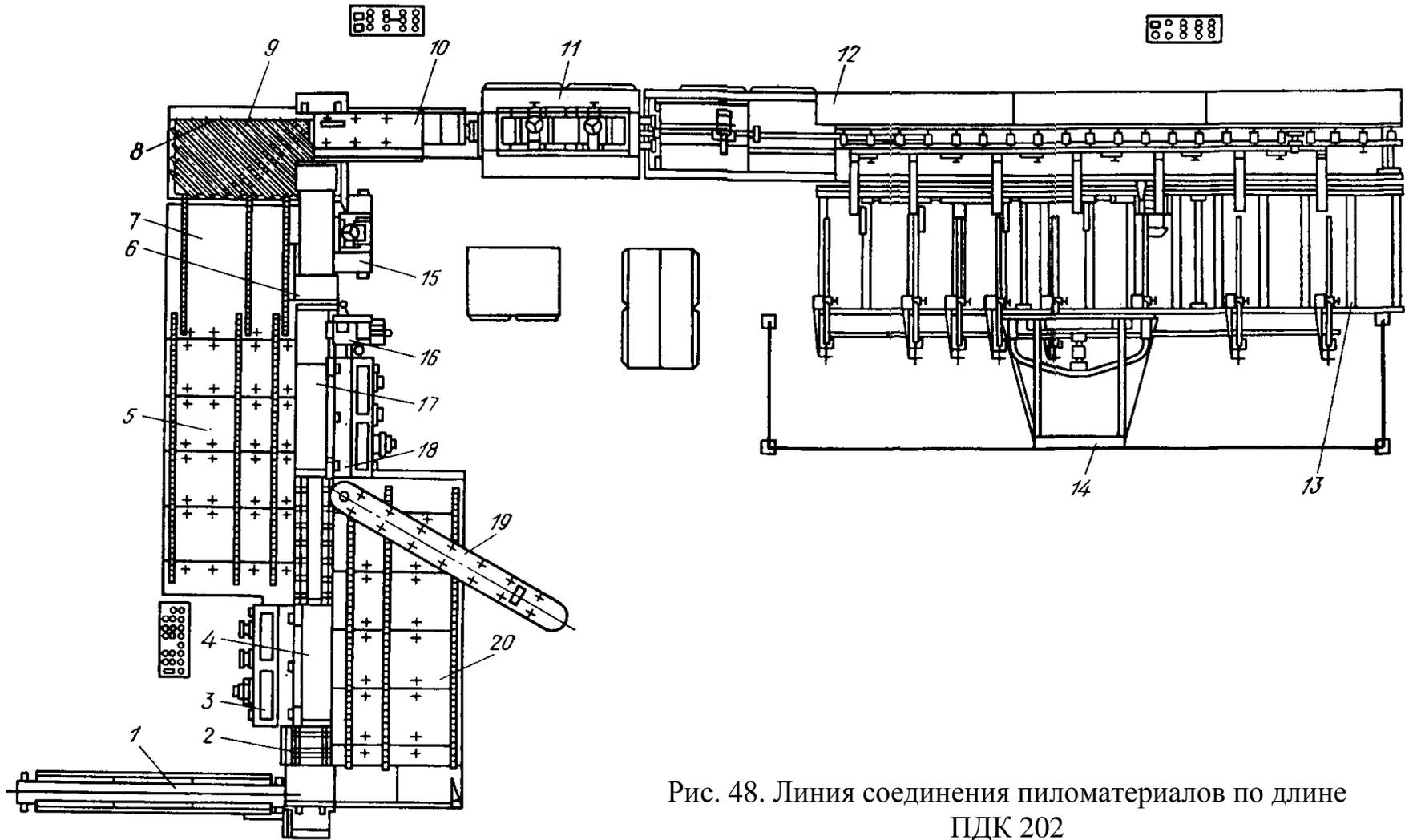


Рис. 48. Линия соединения пиломатериалов по длине ПДК 202

Линия фирмы Dimter (Германия) модели НК800. Вид линии в плане показан на рис. 49. Линия включает шипорезный агрегат 1, обеспечивающий нарезание шипов в блоке формы “брус”. После нарезания шипов и нанесения на них клея блок поступает на разборное устройство 3, которое поштучно подает отрезки из блока к направляющей линейке 4 для их базирования и наживления. Затем наживленная лента попадает в торцовый пресс 5. На выходе из пресса лента раскраивается на заготовки торцовочным станком 6. Заготовки укладываются в пакет.

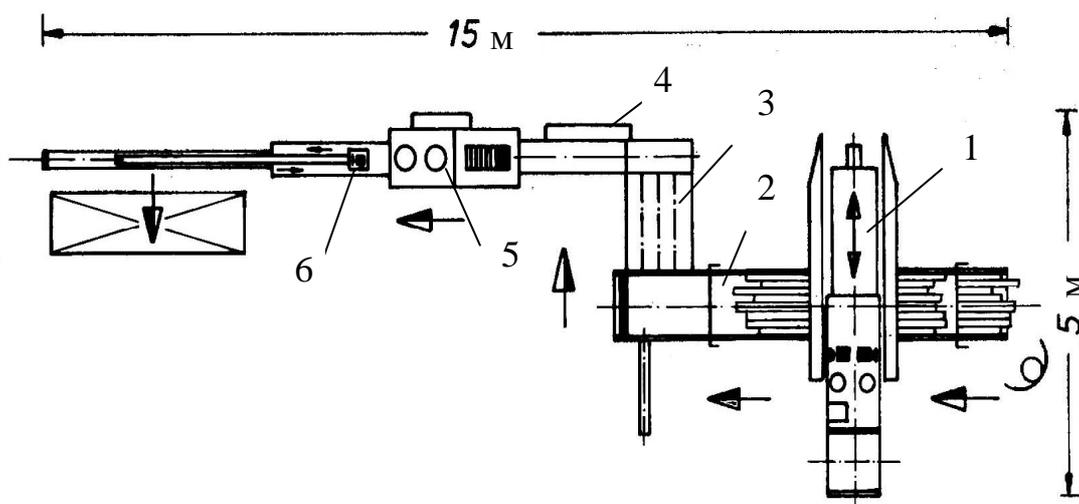


Рис. 49. План размещения линии НК800

Техническая характеристика линии НК800

	Модель НК800/PNSP	НК800/DKV
Размеры обрабатываемых отрезков, мм:		
длина	220...1000	220...1000
	300...2000	300...2000
ширина	30...150	30...150
	40...200	40...200
толщина	18...100	18...100
Ширина пакета формы “брус”, мм	800	800
Установленная мощность, кВт	40	65...80
Мощность прессования, кВт	3/6/10/20	3/6
Габаритные размеры (длина×ширина), мм:	15000×5000	15000×5000

Контрольные вопросы и задания

1. Перечислите способы соединения пиломатериалов по длине, назовите типы шипорезных станков и прессов линий соединения пиломатериалов по длине.
2. Какие Вам известны линии для склеивания пиломатериалов по длине?

9. Оборудование для склеивания пиломатериалов по ширине и толщине

9.1. Общие сведения

При склеивании пиломатериалов по ширине и толщине получают изделия в виде мебельных щитов, клееных брусьев. Для склеивания щита и бруса, как правило, используют пиломатериалы, склеенные по длине на зубчатый шип (рис. 50).

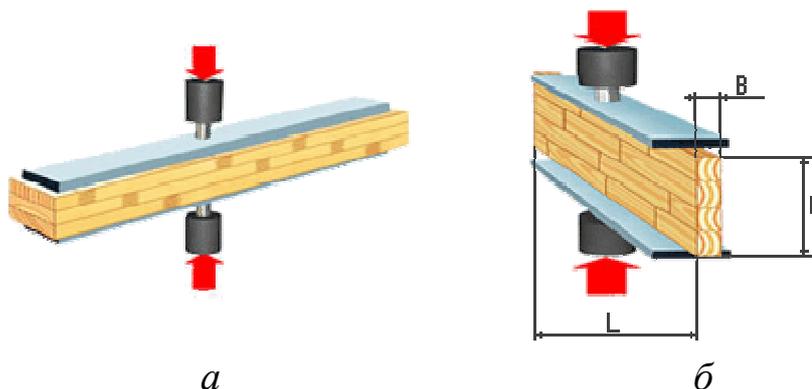


Рис. 50. Схема склеивания: *а* – брус; *б* – щита

Соединение делянок на клею осуществляют на гладкую фугу, в четверть, на фасонный фалец, ласточкин хвост, на шпунт и гребень, на вставную рейку (рис. 51).

При склеивании щитов большое значение имеет ширина делянок. Для уменьшения коробления щитов ширина делянок должна быть не более 60...80 мм.

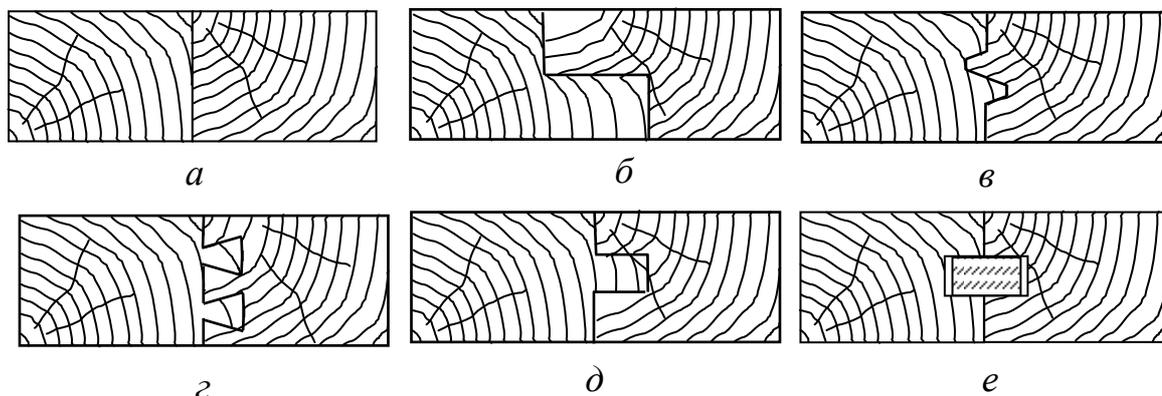


Рис. 51. Соединение делянок:

а – на гладкую фугу; *б* – в четверть; *в* – фасонный фалец;
г – на ласточкин хвост; *д* – на шпунт и гребень; *е* – на шпонку

Величина коробления зависит также от направления годовых колец в деланках щита. Если годовые кольца деланок расположены в разных направлениях, то щит мало коробится и имеет высокую прочность.

Шероховатость поверхностей для склеивания должна быть 30...250 мкм, влажность древесины 8...12%.

Температура клеевого слоя при соединении древесины зависит от природы клея и условий склеивания. При холодном способе склеивания температура клеевого слоя назначается 15...18 °С. Для клеев, отверждающихся вследствие протекания химической реакции, эта температура может быть повышена до 40...45°С.

При горячем способе склеивания минимально допустимая температура клеевого слоя назначается 95...100°С для казеинового клея, 100°С для карбамидоформальдегидных клеев, 110...115°С для альбуминовых и 130...135°С для фенолоформальдегидных клеев.

Для склеивания необходимо соединяемые поверхности плотно прижать друг к другу, но так, чтобы не выдавить клеевой слой. В зависимости от толщины соединяемых заготовок и вязкости клея давление прессования устанавливается следующим образом: при склеивании фанеры белковыми и карбамидоформальдегидными клеями давление составляет 1,6...1,8 МПа, фенолоформальдегидными клеями 2,0 МПа, пленочными – 2,5 МПа; при склеивании древесностроительных пластиков 15...16 МПа; при склеивании щитов, брусьев – 0,4...1,0 МПа; при облицовывании в вакуумной камере с резиновой оболочкой – 0,06...0,08 МПа.

Продолжительность прессования склеиваемых заготовок включает время прогрева клеевого слоя до рабочей температуры и время желатинизации клея. Сохнувшие клеи (коллагеновые и поливинилацетатные) желатинизируются в течение 1...4 ч. Еще медленнее отверждаются синтетические клеи холодного отверждения. Карбамидоформальдегидные и фенолоформальдегидные клеи за 2...4 ч набирают 50...60% прочности, а полностью отверждаются за 18...24 ч.

Карбамидоформальдегидные клеи горячего склеивания при 100°С отверждаются за 25...90 с, а фенолоформальдегидные при 140...150°С – за 2,5...5 мин.

9.2 Прессующие механизмы

Склеивание древесины производят на прессах или с помощью различных прессующих устройств. Это могут быть клиновые, эксцентрикковые, винтовые, конвейерные, гидравлические, пневматические и другие устройства.

К приводу прессующих устройств предъявляются особые требования:

во-первых, при относительно небольшой величине хода, определяемой в основном удобством укладки склеиваемых деталей в рабочее пространство, полное усилие должно прикладываться только в конце рабочего хода;

во-вторых, в приводах должны быть предусмотрены устройства, ограничивающие рабочее усилие сжатия в заданных пределах независимо от неточностей размеров склеиваемого изделия.

Схемы некоторых простейших прессующих механизмов приведены на рис. 52.

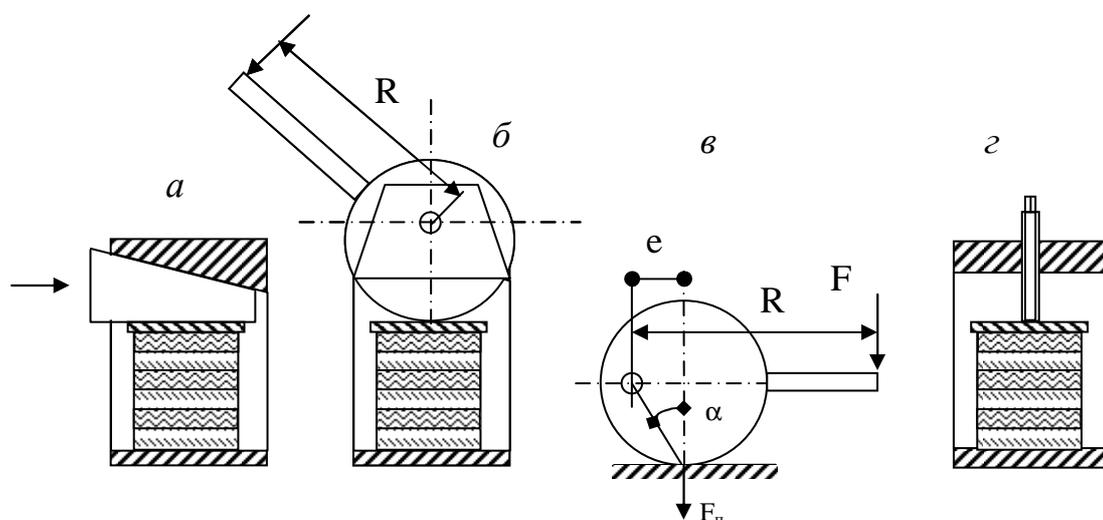


Рис. 52. Прессующие механизмы:

a – клиновой зажим; *б* – эксцентрикковый; *в* – расчетная схема эксцентрика; *z* – винтовой зажим

Клиновой зажим. Клиновой зажим (рис. 52, *a*) применяют при склеивании блоков и щитов в хомутовых струбцинах. Клинья затягивают молотком, киянкой или механизированным приводом. Внешняя нагрузка на один клин F и создаваемое им усилие прессования F_n связаны следующим уравнением:

$$F_n = 0,5F \sin 2\alpha, \quad (33)$$

где α - угол скоса клина.

Эксцентрикковый зажим. Эксцентрикковый зажим (рис. 52, б, в) применяют в ваймах с ручным и механизированным приводом. Он обеспечивает быстрый зажим заготовок, но обладает малым ходом.

Усилие прессования круговых эксцентриков F_n , Н:

$$F_n = FR/[tg(\alpha + \varphi_1) + tg\varphi_2]e, \quad (34)$$

где F – внешняя сила на рычаге, Н;

R – длина рычага, мм;

e – эксцентриситет, мм;

α - угол подъема эксцентрика, град;

φ_1 – угол трения эксцентрика по опорной поверхности, град;

φ_2 - угол трения в цапфе эксцентрика, град;

$tg\varphi_1 = \mu_1$ и $tg\varphi_2 = \mu_2$, где μ_1 и μ_2 – коэффициенты трения скольжения эксцентрика соответственно по опорной деревянной поверхности и в цапфе. Можно принять $\mu_1 = 0,4 \dots 0,6$ и $\mu_2 = 0,1 \dots 0,15$.

Для достижения самоторможения необходимо, чтобы $D/e \geq 14$, где D – диаметр эксцентрика. У нормализованных эксцентриков $D/e = 20$, для них $\varphi_1 = \varphi_2 = 5^\circ 43'$.

Винтовой зажим. Винтовой зажим (рис. 52,з) выполняют с ручным приводом, а также с приводом от электродвигателя. Прессовое устройство имеет длинный ход и позволяет получить большое усилие прессования. Усилие, развиваемое винтовым зажимом, Н:

$$F_n = \pi DF \eta / ti, \quad (35)$$

где D – диаметр маховичка, мм;

F – внешнее усилие на маховичке, Н (30...50 Н);

t – шаг винта, мм;

i – число заходов винта;

η - КПД винтовой передачи.

Без учета потерь на трение у подпятника винта

$$\eta = tg\varphi / tg(\varphi + \rho), \quad (36)$$

где φ - угол подъема винта, град; ρ - угол трения винта ($\rho \approx 6^\circ$).

Гидроцилиндры. Гидроцилиндр выполняется в виде корпуса с цилиндрической полостью и крышками по краям, в полости расположен поршень со штоком, выходящий через крышку наружу. Корпус изготовлен из стальных бесшовных труб диаметром 20...150 мм. Ка-

налы для подачи масла расположены в крышках. Поршни делают чугунными с кожаными манжетами. Для манжет используют также маслостойкие резины и пластмассы (полихлорвиниловый пластикат). Крышки корпуса стягивают шпильками или болтами. Уплотнения штока выполняются в виде сальников с пробкоасбестовой, кожаной, асбестографитовой или свинцовой набивкой.

Внутренний диаметр гидроцилиндра D , мм:

$$D = \sqrt{\frac{4(F + F_{\text{тр}} + F_{\text{шт}} + F_{\text{ин}})}{\pi p}}, \quad (37)$$

где F – сила противодействия масла, находящегося в сливной полости, Н;

$F_{\text{тр}}$ – суммарная сила трения в цилиндре, Н;

$F_{\text{шт}}$ – полезная сила на штоке, Н;

$F_{\text{ин}}$ – инерционная сила, преодолеваемая штоком, Н;

p – давление масла в рабочей полости, МПа. Принимают $p = 2 \dots 5,5$ МПа.

Сила противодействия $F = p_2 S_2$, где S_2 – площадь поршня в сливной полости цилиндра, мм². Принимают $p_2 = 0,3 \dots 0,5$ МПа.

Суммарная сила трения $F_{\text{тр}} = F_{\text{тр.пор}} + F_{\text{тр.шт}}$, где $F_{\text{тр.пор}}$ – сила трения поршня о стенки цилиндра, Н; $F_{\text{тр.шт}}$ – сила трения штока в уплотнении, Н. Отсюда сила трения, Н:

$$F_{\text{тр}} = \pi(Db_1 p_1 f_1 + db_2 p_2 f_2), \quad (38)$$

где D, d – диаметры поршня и штока, мм;

b_1, b_2 – ширина уплотнения поршня и штока, $b_1 = b_2 = 8 \dots 12$ мм;

p_1, p_2 – давление масла в бесштоковой и штоковой полостях цилиндра, МПа;

f_1, f_2 – коэффициенты трения, для маслостойкой резины $f = 0,1 \dots 0,13$; для полихлорвинила $f = 0,06 \dots 0,08$.

Значение d находят из соотношения $d/D = 0,25 \dots 0,7$. Чем выше давление масла, тем большее значение этого соотношения следует принимать.

Пневматические цилиндры. Конструкции пневмоцилиндров разнообразны. В общем случае пневмоцилиндр состоит из стальной тонкостенной гильзы, поршня, уплотняемого одним резиновым кольцом, штока с уплотнением и двух крышек по краям гильзы, соединен-

ных между собой шпильками. Диаметр цилиндра D , мм, можно найти приближенно по следующей формуле:

$$D = K \sqrt{F_{шт} / p}, \quad (39)$$

где K – параметр нагрузки на поршень; $K = 1,4 \dots 1,7$ (меньшее значение для случаев, когда время срабатывания большого значения не имеет);

$F_{шт}$ – нагрузка на штоке, Н;

p – давление сжатого воздуха в поршневой полости, МПа;

$p = p_m + p_v$; p_m – давление воздуха в питающей магистрали; $p_m = 0,4 \dots 0,6$ МПа; p_v – противодействие в выходной магистрали; $p_v = 0,12 \dots 0,15$ МПа.

Диафрагменные пневматические механизмы. Исполнительные диафрагменные механизмы одностороннего действия имеют небольшой ход штока.

Диафрагменный механизм (рис. 53) включает герметичную разъемную камеру 1, разделенную эластичной диафрагмой 2 на две полости. Силовой шток 4 соединен с диафрагмой дисками 3 и снабжен пружиной 5 обратного хода.

Диафрагмы могут быть плоскими и тарельчатыми. Они изготавливаются из многослойной прорезиненной ткани. Усилие на штоке $F_{шт}$, Н:

$$F_{шт} = \frac{\pi p}{12} (D^2 + Dd + d^2) - S - T, \quad (40)$$

где p – давление сжатого воздуха в камере, МПа; D – свободный наибольший диаметр диафрагмы, мм; d – диаметр диска штока, мм; S – усилие возвратной пружины, Н; T – сила трения в уплотнении штока, Н.

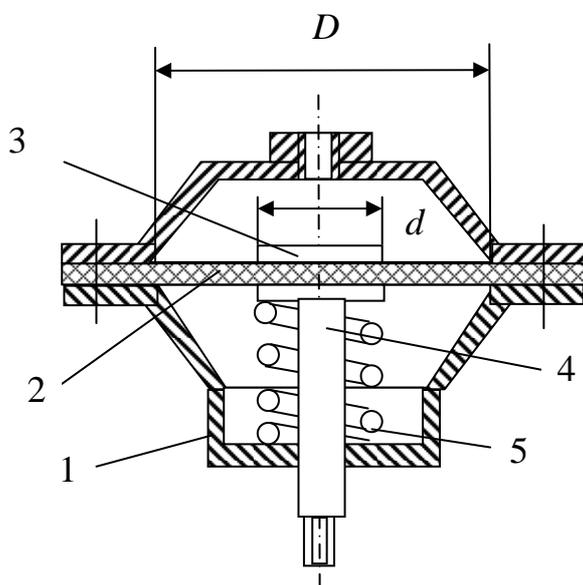


Рис. 53. Исполнительный диафрагменный механизм

Рекомендуемая наибольшая длина хода штока, мм:

– для тарельчатой диафрагмы $h = (0,25 \dots 0,35)D$;

– для плоской диафрагмы из прорезиненной ткани: вперед от среднего положения $h_1 = (0,06...0,07)D$; назад от среднего положения $h_2 = (0,12...0,15)D$; полный рабочий ход $h = (0,18...0,22)D$.

Пневматические камерные механизмы. Пневматический камерный механизм (рис. 54) включает раму 1, стол 7, подвижную балку 2, установленную в направляющих рамы и поджатую пружинами 4, эластичную камеру 3, подсоединенную к трубопроводу 5 для сжатого воздуха.

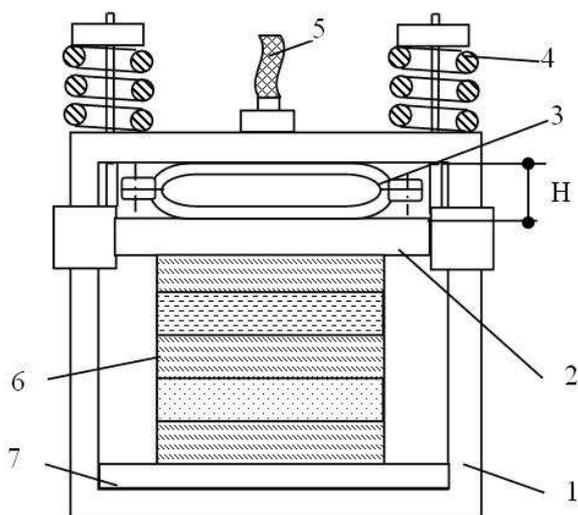


Рис. 54. Камерный прессующий механизм

Склеиваемый пакет 6 кладут на стол 7 и в камеру 3 подают сжатый воздух. Камера расширяется и перемещает балку 2 к столу. Происходит сжатие пакета. После снятия давления балка 2 под действием сжатых пружин возвращается в исходное положение, вытесняя воздух из камеры.

Упругие камеры изготавливают из пожарных прорезиненных рукавов по ГОСТ 7877-78. Внутренний диаметр пожарных рукавов равен 51; 66; 77; 89; 150 мм, а толщина стенок около 3 мм. Иногда для камер используют рукава резинотканевые по ГОСТ 8318-57.

При изготовлении камеры концы рукава герметизируют с помощью стальных накладных планок и болтов. Штуцер для подачи воздуха устанавливают либо сбоку камеры, либо с торца, зажимая его между планками.

Усилие, развиваемое упругой пневмокамерой $F_{п}$, Н:

$$F_{п} = p\pi l(D + 2\delta - H)/2, \quad (41)$$

где p – давление сжатого воздуха в камере, МПа; $p = 0,4...0,6$ МПа;

l – активная длина пневмокамеры, мм;

δ – толщина стенок рукава, мм;

H – расстояние между рамой и балкой, мм.

По мере увеличения расстояния H усилие прессования убывает и при $H = D + 2\delta$ сила $F_{п} = 0$. Рабочий ход пневмокамеры $h < D$.

Активная длина пневмокамеры $l = l_1 - 0,7D$, где l_1 – длина рукава между внутренними гранями накладных планок.

9.3. Прессы и ваймы

Прессы холодного склеивания. Пресс холодного склеивания (рис. 55) включает раму 1 со столом 2 и подвижными отдельными верхними плитами 3, которые установлены в направляющих и соединены с одним или несколькими штоками гидроцилиндров 4. На раме смонтирована гидростанция 5.

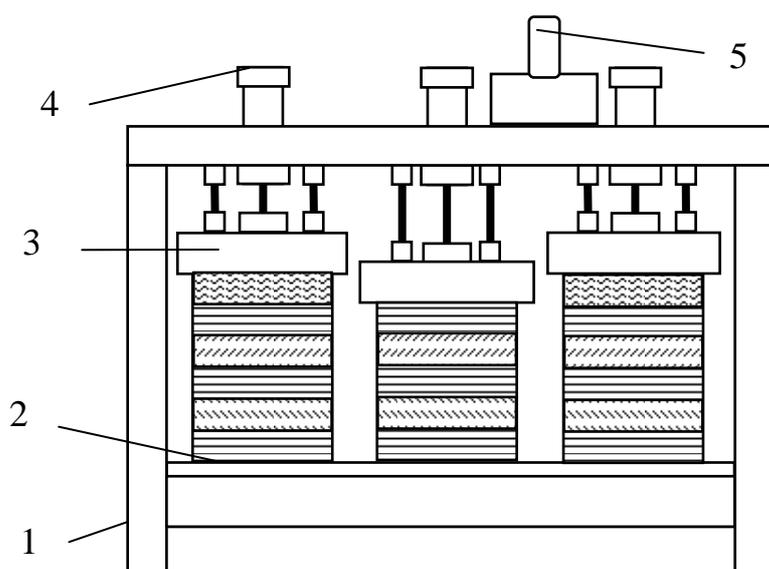


Рис. 55. Пресс с верхними разделенными плитами

Плита 3 может быть сплошной по длине прессы. В зависимости от вида склеиваемого материала длина верхней плиты достигает 2500 мм, а ширина – 1200 мм.

Ваймы. Вайма – это разновидность простейшего прессы, используемого для производства мебельного щита, склеивания фасадов, бруса и выполнения

других сборочных работ. Ваймы широко используются в мебельной промышленности для производства кухонной и корпусной мебели, а также для отделки офисов и др.

Для прессования в ваймах используются пневматические или гидравлические цилиндры.

Выбирая тип ваймы, нужно знать размеры заготовок, которые будут склеиваться. При склеивании заготовок толщиной до 50 мм используют пневматическую вайму, если толщина заготовок более 50 мм, то применяют гидравлическую вайму.

Ваймы могут работать в ручном и автоматическом режиме. Если количество секций в вайме не превышает 12, то вайму делают с ручным режимом работы.

Ваймы имеют небольшие габаритные размеры, что позволяет экономить производственную площадь.



Рис. 56. Вайма для склеивания щита

На рис. 56 показана вайма для склеивания щита, включающая раму с нижней неподвижной балкой и верхним подвижным от пневмоцилиндров упором.

При работе склеиваемые заготовки с нанесенным клеем укладывают на нижнюю балку в пакет 5. Затем включают пневмоцилиндры, и они сжимают пакет. Для предотвращения выпучивания щита вайма снабжена поперечными

балками с прижимом.

На рис. 57 показана вайма веерная пневматическая модели ИУ-16 (ИнтерУрал). Вайма позволяет склеивать последовательно 16 щитов с максимальными размерами 1800×700×70 мм. Сжатие брусков в щитах производится пневмокамерами. Давление склеиваемых брусков составляет 0,7 МПа. Для предотвращения выпучивания щитов предусмотрены эксцентриковые боковые зажимы.

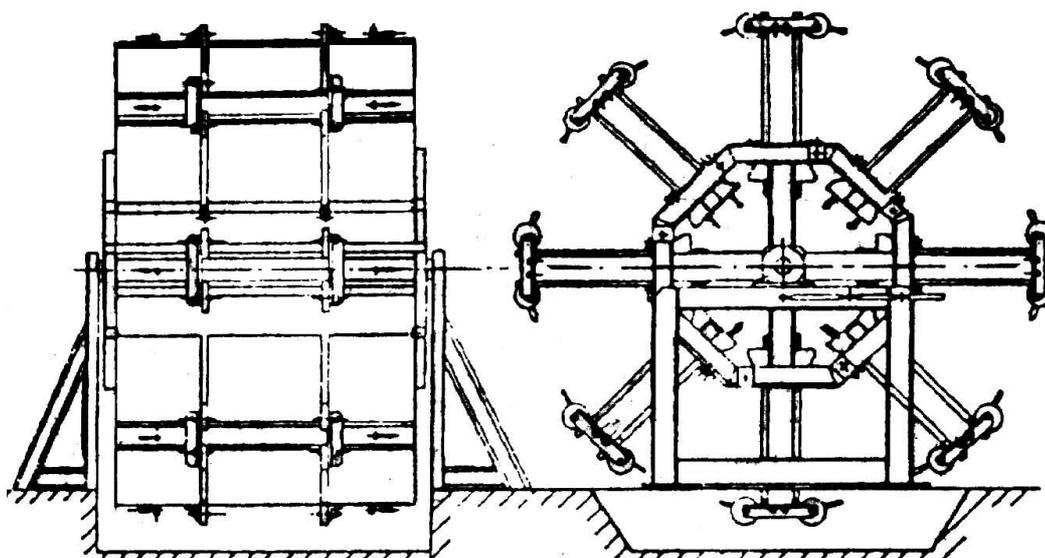


Рис. 57. Вайма веерная

Техническая характеристика ваймы ИУ-16

Размеры собираемых щитов, мм:

длина	до 1800
ширина	до 700
толщина	до 32
Количество обслуживающих, чел.	2
Давление прессования, МПа	0,7
Давление сжатого воздуха в сети, МПа	0,4
Габаритные размеры, мм	2500×4000
Масса, кг	850

Прессы горячего склеивания. Схема прессы приведена на рис. 58. Пресс включает раму 1, гидроцилиндры 2, подъемные нижние столы 3, переставные нагревательные плиты 5, верхние балки 6.

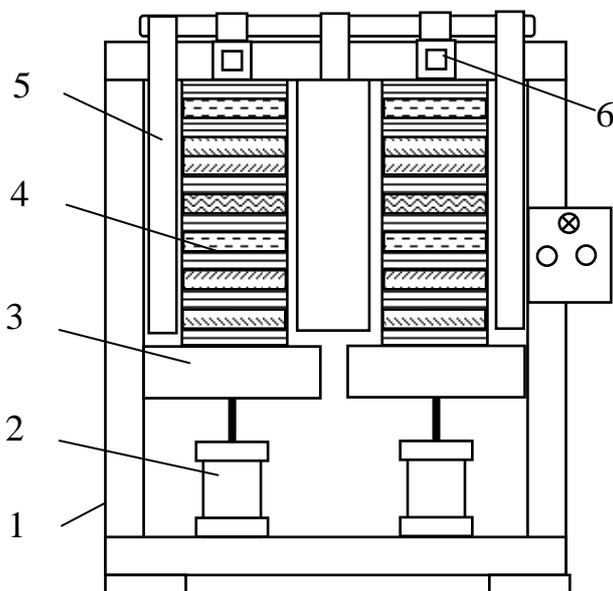


Рис. 58. Пресс с нагревательными плитами

При работе набранные пакеты 4 из склеиваемых заготовок передвигают на подъемные нижние столы 3. Включают гидроцилиндры, и столы поднимаются, прижимая пакеты к балкам. Горячие плиты излучают тепло, и боковые поверхности пакетов нагреваются. Тепло проникает в глубину пакетов постепенно. Около более горячих боковых поверхностей клей отверждается, а внутри пакета этот процесс протекает вяло. Через некоторое время, когда отвержденный клей на боковых поверхностях обеспечит транспортную прочность, пакеты выгружают и помещают в плотный штабель для технологической выдержки. В плотном штабеле за счет аккумулированного тепла происходит окончательное склеивание.

Контрольные вопросы и задания

1. Перечислите способы соединения деталей при склеивании их по толщине или ширине.
2. Изобразите схемы прессующих механизмов.
3. Как изготовить камеру пневматического камерного пресса?
4. Изобразите схемы прессов холодного и горячего склеивания пиломатериалов по толщине.

10. Оборудование для сборки рамок

10.1. Основные данные

В изделиях из древесины многие узлы выполняются неразборными. К ним относятся различные виды рамок, коробок и других объемных узлов. Соединение деталей в такие узлы производят на клею с помощью шипов, шкантов, на гладкую фугу.

Для соединения деталей применяют сборочные ваймы. В общем случае сборочная вайма включает следующие узлы: прессующие, фиксирующие, базирующие и нагревательные. Использование в вайме тех или иных узлов определяется сложностью конструкции собираемого изделия. Практически каждому виду изделия соответствует своя конструкция сборочной ваймы. Для одного вида изделия при изменении его размеров вайма выполняется с возможностью перенастраивания.

Прессующие узлы сборочной ваймы предназначены для создания необходимого давления по клеевым слоям. В шиповых соединениях давление должно быть таким, чтобы шипы зашли в проушины на всю длину, и заплечики их плотно примыкали в местах стыков.

Общее усилие прессования для одного шипа может быть найдено по формуле:

$$P = P_1 + P_2, \quad (42)$$

где P – общее усилие, необходимое для сборки одинарных шипов, Н;

P_1 – усилие для преодоления сил сопротивления при продвижении одного шипа в гнезде и деформации его от натяга, Н;

P_2 – усилие обжима заплечиками, обеспечивающее плотное соприкосновение заплечиков шипа с поверхностью сопрягаемой детали.

Усилие сопротивления при движении шипа в гнезде при сборке P_1 определяется как сила трения граней шипа по формуле

$$P_1 = qFf, \quad (43)$$

где q – нормальное давление на грани шипа в зависимости от натяга и свойств материала, МПа;

F – площадь поверхности шипа, на которую действует нормальное давление, мм²;

f – коэффициент трения; $F = 2bl$, где b – ширина, мм; l – длина шипа, мм. Для круглых шипов $F = \pi dl$, где d – диаметр круглого шипа, мм; l – длина шипа, мм. Значения q и f приведены в табл. 10.

Величину усилия P_2 определяют в зависимости от требований к плотности соединения, которая ограничена пределом прочности древесины сжатию поперек волокон $[\sigma_1]$ и площадью заплечиков F_2 , по формуле

$$P_2 = [\sigma_1]F_2. \quad (44)$$

Площадь заплечиков F_2 определяется из соотношения размеров деталей и шипа по формуле

$$F_2 = (B-b)(H-h), \quad (45)$$

где B и b – ширина, мм;

H и h – ширина детали и шипа соответственно, мм.

Таблица 10

Нормальное удельное давление на боковые поверхности шипа при натяге 0,3 мм и коэффициент трения в шиповом соединении

Порода древесины	Удельное давление при сборке, q , МПа		Коэффициент трения при сборке, f	
	Сосна	4,0...4,5	1,3...1,6	0,3...0,4
Бук и береза	5,0...5,5	1,5...1,8		
Дуб и ясень	5,5...6,2	1,7...2,2		

В качестве исполнительных механизмов прессующих узлов применяются гидравлические и пневматические цилиндрические двигатели, обеспечивающие возвратно-поступательные перемещения прижимных элементов. В сборочных станках с небольшим ходом прижимов применяют диафрагменные и камерные двигатели.

Базирующие узлы сборочных станков предназначены для предотвращения перекосов деталей при сборке. Выполняются они в виде

установочных поверхностей, на которые укладываются детали перед сборкой, а также в виде подвижных и неподвижных линейек и упоров.

Рамки и коробки в большинстве случаев имеют прямоугольную форму, поэтому базирование их производят в “угол”. Для этого две смежные направляющие линейки, образующие прямой угол, крепят на станине станка неподвижно, а две другие смежные линейки с прямым углом делают подвижными. Вместо линейек часто используют упоры. При этом подвижные (иногда неподвижные) линейки или упоры выполняют переставными, что обеспечивает возможность перенастройки станка на другие размеры собираемого изделия.

При сборке рамок с большим числом поперечных и продольных средников, когда применять неподвижные упоры невозможно, базирование осуществляют только подвижными упорами, закрепленными на траверсах, расположенных с четырех сторон рамки.

Если при сборке рамок необходимо выдержать заданные размеры внутреннего проема, то с внутренних сторон брусков ставят неподвижные упоры, ограничивающие движение брусков.

Подвижные линейки и упоры перемещаются механизмами прессования. На одну линейку часто действуют несколько двигателей, имеющих неодинаковую скорость поступательного движения. Однако базовая поверхность линейки должна двигаться параллельно противоположной неподвижной линейке. Для этого каждая подвижная направляющая линейка и парные подвижные упоры иногда, с целью повышения точности сборки, связаны в станках механизмами синхронизации. Механизм синхронизации представляет собой вал, смонтированный на станине в подшипниковых опорах, с жестко закрепленными рычагами. Рычаги соединены тягами с одной стороны с линейкой или упорами, а с другой – с двигателями механизма прессования. При этом двигатели можно соединять непосредственно с линейкой или упорами.

Фиксирующие устройства предназначены для обеспечения точного взаимного расположения деталей перед сборкой. Они позволяют производить запрессовку без предварительного наживления шипов. Выполняются они в виде неподвижных упоров, ориентирующих положение деталей при раскладке.

После сборки узлов с применением клея необходима технологическая выдержка для достижения клеевым соединением разборной (транспортной) прочности, гарантирующей целостность соединения при транспортировании сборочной единицы. Практически разборная прочность принимается равной около 50% конечной прочности. Для сокращения длительности технологических выдержек в прессах применяют нагревательные устройства.

10.2. Рамосборочные ваймы

Ваймы для сборки рамочных конструкций могут быть вертикальными и горизонтальными. Известно много конструкций вайм. На рис. 59 показана вертикальная сборочная вайма STROMAB STH/ORA (3×2) (Италия). Она включает раму 2, на которой установлены с возможностью перестановки вертикальные траверсы 3. На траверсах смонтированы нижние базовые упоры и гидравлические прижимы. Слева на раме имеется базовая линейка, а справа закреплены переставные гидравлические прижимы 4, которые при настройке могут перемещаться по направляющим 5. Управление гидравлическими прижимами производится с пульта 1.

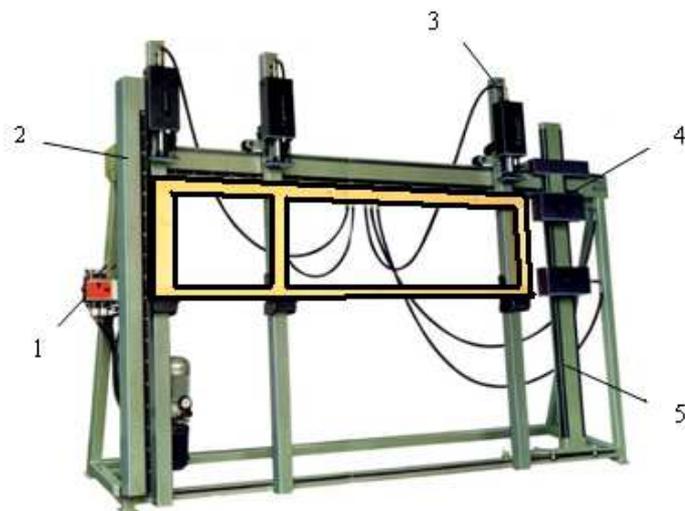


Рис. 59. Вайма для сборки рамок

На деревообрабатывающих предприятиях, производящих столярные изделия для жилых и гражданских зданий, широко применяются горизонтальные сборочные ваймы моделей ВГК-2, ВГД-2 и ВГО-2. Ваймы ВГК-2 предназначены для сборки дверных и оконных коробок, ВГД-2 – для филленчатых дверных полотен, ВГО-2 – для сборки оконных створок.

На деревообрабатывающих предприятиях, производящих столярные изделия для жилых и гражданских зданий, широко применяются горизонтальные сборочные ваймы моделей ВГК-2, ВГД-2 и ВГО-2. Ваймы ВГК-2 предназначены для сборки дверных и оконных коробок, ВГД-2 – для филленчатых дверных полотен, ВГО-2 – для сборки оконных створок.

Технические характеристики вайм для сборки окон и дверей
STH/ORА (3x2)

Модель	STH-2500/OR-A	STH-3000/OR-A
Рабочая длина, мм	2500	1800
Рабочая высота, мм	3000	2000
Вертикальная траверса с цилиндром, шт	3	3
Горизонтальный цилиндр, шт	2	2
Ход поршня:		
вертикальных цилиндров, мм	150	150
горизонтальных цилиндров, мм	120	120
Усилие зажима цилиндров, Н	15000	15000
Мощность электродвигателя, кВт	0,74	0,74
Масса, кг	850	515
Габариты, мм	4100×1000×2300	3250×950×2100

Вайма ВГО-2 снабжена двумя продольными линейками, на которых установлены упоры. Одна из линеек переставная. Передвигается она вручную и фиксируется в нужном положении с помощью пальцев. Вторая линейка подвижная. Она соединена через механизм синхронизации с гидравлическими цилиндрами продольного сжатия.

Техническая характеристика ваймы ВГО-2

Размеры собираемых створок, мм:

сечение брусков	До 60×60
длина створок	540...1925
ширина	390...740
Ход подвижной продольной линейки, мм	130
Ход торцового упора, мм	50
Диаметры:	
цилиндров подвижной линейки, мм	65
цилиндра торцового упора, мм	90
Давление в гидросистеме, МПа	до 2,5
Мощность двигателя, кВт	1,7
Габаритные размеры, мм:	
длина	2600
ширина	1270
высота	926
Масса, кг	960

Для обжима оконных створок в поперечном направлении служат поперечные упоры. Один из упоров переставной, а второй – подвижный, перемещаемый с помощью гидравлического цилиндра.

На вайме имеются также фиксаторы положения для продольных брусков обвязки и для промежуточного среднего бруска - “горбылька”. Управляют ваймой рукоятками гидрозолотников.

Сборочные ваймы с высокочастотными нагревателями.

Применяемые сборочные ваймы с высокочастотными нагревателями можно разделить на две группы. К первой относятся ваймы, в которых сборочные и нагревательные узлы совмещены по месту. Во второй группе вайм сборочные и нагревательные узлы разобщены, расположены в разных местах.

В вайме первой группы сборка изделия может осуществляться, например, на поворотном относительно горизонтальной оси столе. Стол поворачивается на 180° с помощью пневмоцилиндра и зубчатопередачной передачи. В рабочем положении одна сторона стола расположена вне нагревательного устройства, и на ней производится раскладка деталей и опрессовка их, а другая сторона стола с опрессованным изделием повернута внутрь нагревательного устройства. Высокочастотное нагревательное устройство включает высокопотенциальные и низкопотенциальные электроды. Высокопотенциальные электроды смонтированы на изоляторах в экранированном коробе. Они с помощью пневмоцилиндра могут подводиться под столом к клеевым слоям изделия. Низкопотенциальные электроды рабочего конденсатора расположены на столе.

Сборочный стол в некоторых ваймах заменяется двумя колесными каретками, поочередно закатываемыми с противоположных сторон в экранированную полость нагревательного устройства. На каретках раскладываются и запрессовываются склеиваемые детали. На них же закреплены низкопотенциальные электроды. Высокопотенциальные электроды расположены на верхней прижимной плите нагревательного устройства.

При работе каретка с опрессованными деталями закатывается в нагревательное устройство и прижимается к верхней плите. При этом электроды располагаются вдоль клеевых слоев. После склеивания каретка с изделием выкатывается из нагревательного устройства, а на ее

место с противоположной стороны закатывается другая каретка с опрессованными деталями.

В других сборочных ваймах рабочий стол выполняется неподвижным. Делается он из электроизоляционной плиты, которая монтируется на металлическом основании, подключенном к высокопотенциальному электроду. Над столом установлена откидная крышка, на которой на подпружиненных направляющих расположены низкопотенциальные электроды.

При склеивании изделия крышка закрывает стол, экранируя вайму.

На сборочных ваймах второй группы стол ваймы не подключают к электродам. После опрессовки изделия вайму помещают в нагревательное устройство, которое расположено рядом.

Веерные сборочные ваймы. Они находят применение при сборке небольших по габаритам рамок, обладают высокой производительностью, просты по конструкции, удобны в работе и занимают наибольшую производственную площадь.

Зону ваймы с опрессованными изделиями иногда помещают в обогреваемую камеру, где горячий воздух ускоряет процесс отверждения клея.

Сборочные конвейеры. Сборка изделий на конвейерах делает процесс ритмичным, механизирован, переместительные операции и улучшает технико-экономические показатели. На сборочном конвейере выполняются не только клеильные операции, но и другие, необходимые по технологии сборки.

Конвейер содержит несколько подвижных сборочных вайм, связанных приводными цепями. В зависимости от размеров собираемых изделий сборочные ваймы устанавливаются либо на колесных платформах, либо на направляющих конвейера.

На рабочих местах, где сборочные ваймы останавливаются, имеются приспособления для сверления отверстий, ввертывания винтов, шурупов, опрессовки склеиваемых деталей, опиловки концов и др.

Контрольные вопросы и задания

1. Какие функциональные узлы включает в себя рамосборочная вайма?
2. Какие рамосборочные ваймы Вам известны?
3. Как выполняются рамосборочные ваймы с высокочастотными нагревателями?

11. Оборудование для изготовления гнутоклееных деталей

11.1. Общие данные

Гнутоклееные детали широко применяются в производстве мебели, спортивного инвентаря, музыкальных инструментов. Это, в частности, сиденья и спинки стульев и кресел, ножки, проножки, боковины и царги стульев, кресел и табуретов, опоры корпусной мебели, ножки столов, подлокотники кресел, ящики, спинкодержатели и др. Они значительно дешевле криволинейных деталей из массивной древесины. Для изготовления их требуется меньший расход сырья, они легче и удобны при сборке.

При конструировании гнутоклееных деталей надо учитывать следующие рекомендации:

– заготовки толщиной до 12 мм следует склеивать с перекрестной, а свыше 12 мм – с параллельной ориентацией волокон в смежных слоях;

– толщину шпона надо выбирать с учетом наименьшего радиуса изгиба;

– надо учитывать, что после прессования углы изгиба изменяются в течение времени:

во-первых – после снятия давления (размыкания пресс-формы) под воздействием сил упругого восстановления согнутого шпона,

во-вторых – во время производственной выдержки деталей (относительная влажность воздуха 60 - 70%, температура 20 - 24°C, в течение 1 - 2 суток) в результате усушки шпона и усадки клея;

в-третьих - при дальнейшей выдержке деталей происходит постепенное уменьшение исходных углов на 1 - 2° для однослойных заготовок и до 2,5° для заготовок, полученных склеиванием и распи-

ловкой блоков. Полностью форма стабилизируется через 20 - 40 суток после склеивания.

При изготовлении гнutoкклееных деталей используют тонкие слои древесины с влажностью 6...8% и толщиной 1...10 мм. Толщина h склеиваемых слоев древесины при одновременном их изгибе радиусом R связана следующим соотношением: $h/R = 1/30$. Таким образом, при изготовлении клееной детали из шпона толщиной 1 мм минимальный радиус изгиба криволинейного профиля может быть равным 30 мм.

Наиболее часто криволинейные детали делают из лущеного шпона с одновременной их облицовкой строганным или синтетическим шпоном.

По форме все детали можно разделить на два класса: с незамкнутым и замкнутым криволинейным профилем.

Детали первого класса имеют криволинейный профиль уголко-вый, П-образный, U-образный, Л-образный, Z-образный.

Примером деталей, имеющих замкнутый профиль, могут быть клееные трубы, царги стула, стола, футляры теле- и радиоаппаратуры и т.д.

Придание деталям необходимого профиля возможно различными способами. Из них широко применяются навивка материала на вращающийся сердечник, крепление склеиваемого пакета струбцинами к фасонному шаблону, затяжка гибкой лентой, обжим упругими пневмокамерами.

На предприятиях для производства гнutoкклееных деталей используют пресс-формы различной конструкции.

По способу прессования различают пресс-формы двух видов. В пресс-формах первого вида изгиб склеиваемых заготовок и их прессование осуществляются за один прием, когда усилие прессования одновременно прилагается по всей склеиваемой поверхности. В пресс-формах второго вида изгиб и прессование заготовок производятся последовательно в несколько приемов, когда давление на склеиваемую поверхность передается последовательно, обычно от середины пакета к его краям.

Для изготовления пресс-форм можно использовать различные материалы: конструкционную сталь, чугун, сплавы алюминия, фанер-

ные плиты и древесные слоистые пластики. Металлические пресс-формы наиболее трудоемки в изготовлении и имеют высокую стоимость. Более выгодными в этом отношении являются пресс-формы из фанерных плит. Они менее трудоемки, дешевле и по сроку службы полностью оправдывают издержки производства. Они особенно удобны при освоении производства новых видов изделий. При крупносерийном и массовом производстве предпочтительно применять металлические пресс-формы.

Для ускорения процесса склеивания пресс-формы обогревают. Нагревают пресс-формы водяным паром, жидким теплоносителем, электрическим током промышленной и высокой частоты. Для снижения инерционности пресс-форм для нагрева используют гибкие электрические нагреватели.

При склеивании деталей толщиной менее 8 мм можно использовать односторонний нагрев пуансона или матрицы. При толщине деталей до 20...25 мм применяют двусторонний контактный нагрев со стороны матрицы и пуансона, а при склеивании более толстых деталей возможен только высокочастотный нагрев.

Температура на поверхности пресс-форм при контактном нагреве должна составлять 130...180°C. Удельное давление на поверхности деталей при прессовании принимается в пределах 1...1,6 МПа. Длительность выдержки склеиваемой детали под давлением в пресс-форме с контактным обогревом при удельной мощности электронагревателей 6 кВт/м² по данным ЦНИИФ

$$T = 2 + 0,295h, \quad (46)$$

где T – длительность выдержки под давлением в пресс-форме, мин;

h – толщина склеиваемого пакета, мм.

11.2. Пресс-формы

Пресс-формы для получения гнукотклееных заготовок можно классифицировать:

- по материалу, из которого они сделаны (из стали, чугуна, сплавов алюминия, фанерных плит или древеснослоистых пластиков);
- по конструкции прессующих элементов (с цельными или разъемными пуансоном и матрицей, с эластичными элементами);

– по способу обогрева (с ТЭНами, с гибкими лентами для электроконтактного нагрева, с нагревом ТВЧ);

– по количеству рабочих промежутков (от одного до четырех).

Прессование выполняется в специальных одноэтажных прессах.

Пресс-формы с цельными пуансоном и матрицей. Жесткие пресс-формы просты по конструкции и нашли широкое применение на предприятиях для склеивания деталей простого профиля с небольшой кривизной. Однако при изготовлении деталей глубокого П-образного и других сложных профилей такие пресс-формы дают до 10...15 % брака.

Схемы прессования деталей в жестких пресс-формах показаны на рис. 60. При прессовании деталей неглубокого профиля склеиваемый пакет 3 (рис. 60, а) равномерно обжат пуансоном 2 в матрице 1.

При склеивании детали глубокого профиля (рис. 60, б) толщина пакета 3 может оказаться меньше расчетной. В этом случае пуансон 2 прогибается, заводит его в матрицу 1 и сжимает только среднюю часть, основание профиля. Между боковыми стенками пакета и пуансоном будет зазор, в результате чего на края пакета давление передаваться не будет. При таком прессовании качественное склеивание произойдет только по основанию профиля, а по боковым стенкам будет непроклей.

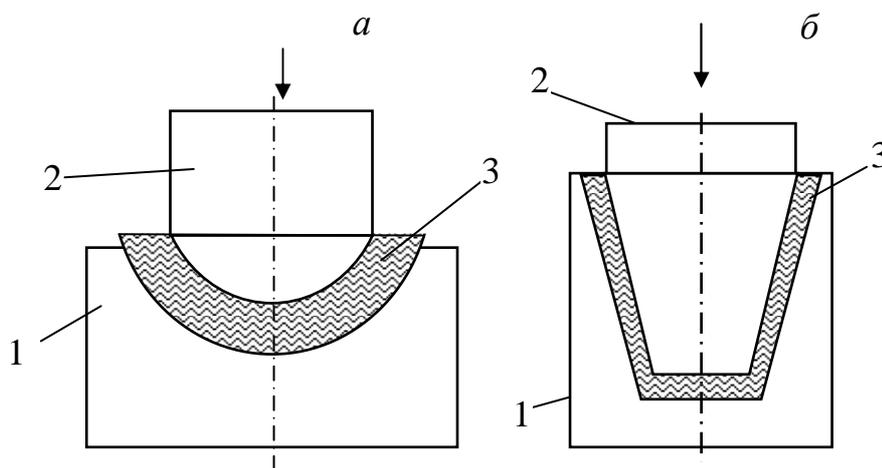


Рис. 60. Пресс-формы с цельными пуансоном и матрицей:

а – для деталей с неглубоким профилем;

б – для деталей с глубоким профилем

При толщине пакета шпона больше расчетной все усилие прессы будет передаваться только наклонным участкам, которые значительно упрессовываются. Пуансон зависает на наклонных участках и не передает давление горизонтальному основанию. Средняя часть пакета оказывается непроклеенной. С увеличением усилия прессования пуансон, упрессовывая боковые участки, опускается вниз и при наличии большого зазора между пакетом и дном матрицы может разорвать пакет в углах сгиба.

В жестких пресс-формах достичь высококачественного склеивания по всей поверхности детали сложного профиля почти не удается. Объясняется это тем, что сформировать пакет расчетной толщины трудно из-за разнотолщинности шпона. Кроме того, из-за неизбежных погрешностей в профиле пуансона и матрицы, точности их монтажа, а также различного положения участков профиля к направлению усилия прессования невозможно выровнять давление по всей поверхности склеивания.

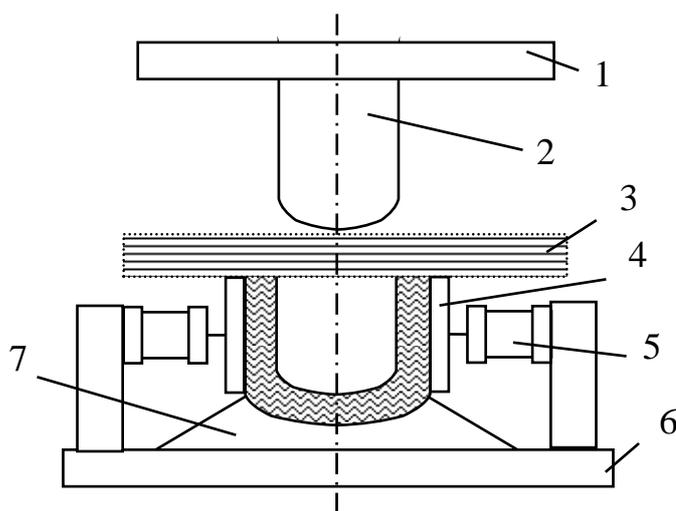
Пресс-формы с разъемными матрицами. Матрицы в этих пресс-формах выполнены из нескольких элементов. При изгибе и прессовании пакета эти элементы действуют отдельно от индивидуальных приводов.

Процесс прессования в пресс-формах осуществляется в несколько приемов. Сначала прессуется средний участок пакета, а затем крайние. Такая последовательность создает возможность свободного смещения листов шпона в пакете при его изгибе. Давление прессования на различных участках выравнивается.

Схема пресс-формы с разъемной матрицей приведена на рис. 61.

Пресс-форма состоит из пуансона 2, смонтированного на верхней плите прессы 1, обжимных элементов 4 матрицы, соединенных с гидроцилиндрами 5, и основания матрицы 7, установленной на нижней плите прессы 6.

Сформированный пакет 3 укладывается на подвижные обжимные элементы 4 матрицы пресс-формы. Положение пакета показано в периоды до прессования и в момент прессования. При подъеме нижней плиты прессы пуансон изгибает пакет, придавая ему приближенную форму детали, и прессует нижнюю его часть. Затем включаются в работу боковые обжимные элементы, которые создают на боковых



участках пакета заданное давление. После склеивания пресс-форма разгружается.

Рис. 61. Пресс-форма с разъемной матрицей

На рис. 62 приведена схема пресса ЛыП-22 для склеивания многослойных лыж длиной до 2200 мм. Матрица пресс-формы выполнена составной.

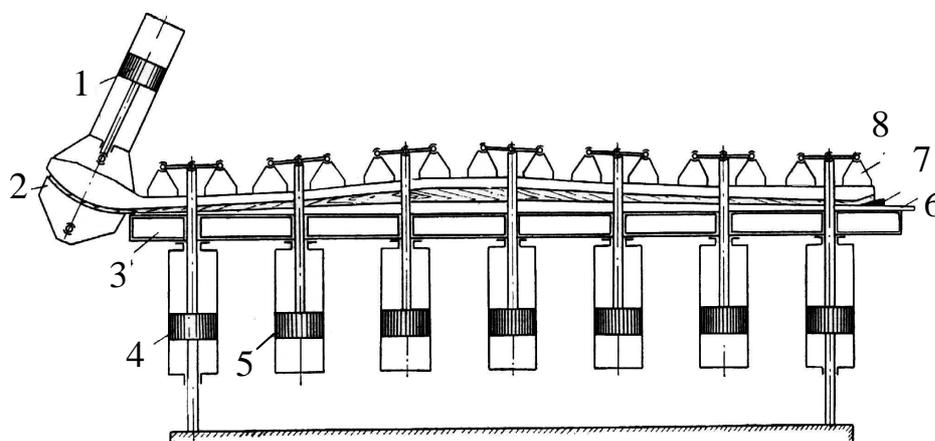


Рис. 62. Схема пресса для склейки лыж модели ЛыП-22

На станине пресса смонтирована подвижная матрица. Она представляет собой герметичный полый сварной корпус 3, внутри которого вварены трубки для прохода штоков гидроцилиндров 4, 5. Корпус соединен гибким шлангом с паропроводом. На верхней поверхности корпуса расположены два параллельно установленных шаблона 6 с передвижными клиньями 7 для формирования пяточной части лыж.

Пуансон тоже выполнен полым и подсоединен к паропроводу. Пуансон взаимодействует с башмаками 8, которые шарнирно закреплены на штоках гидроцилиндров.

Для прессования носка лыж матрица имеет шарнирно закрепленный башмак 2, а пуансон соединен со штоком гидроцилиндра 1.

Поршни крайних цилиндров 6 имеют двусторонние штоки, которые связаны со станиной и служат опорами пуансона.

Масло в гидроцилиндры нагнетается сдвоенным лопастным насосом с аккумулятором высокого давления производительностью 5 л/мин и низкого давления производительностью 35 л/мин. Максимальное давление в сети равно 6,4 МПа. Так как выдержка склеиваемых лыж в прессе составляет около 12 мин, то одну гидростанцию ставят на три прессы.

Техническая характеристика прессы модели ЛыП-22

Длина склеиваемых лыж, мм	2000...2200
Расчетный ритм работы, мин	12
Ход поршней, мм	80
Удельное давление, МПа	1...2
Температура нагрева плит, °С	90...100
Количество рабочих, обслуживающих три прессы, чел.	1
Мощность электродвигателя гидростанции, кВт	4,5
Габариты (длина × ширина × высота), мм	3100×500×1600
Масса, кг	2090

Пресс-формы с эластичными элементами. Отличаются они тем, что имеют только одну базовую поверхность, по которой происходит обжим и формирование профиля детали.

Схема пресс-формы с эластичными элементами показана на рис. 63. В пресс-форме между пуансоном 1 и матрицей 2 помещен эластичный элемент 4 (прорезиненная камера), закрепленный на матрице. Эластичный элемент может быть единый или составной, многокамерный. Для пресс-форм сложного профиля, как правило, применяется многокамерный эластичный элемент. Выполняется он в виде герметичной прорезиненной камеры, разделенной на несколько секций, подключенных к трубопроводу сжатого воздуха или жидкости.

При работе пуансон свободно изгибает пакет 3 и заводит его в матрицу. После остановки пуансона в крайнем положении в прорезиненную камеру 4 подается сжатый воздух.

Заполнение секций происходит от середины к краям. Давление прессования постепенно и равномерно распределяется по всей склеиваемой поверхности. При использовании пневматических камер оно достигает величины 0,6 МПа.

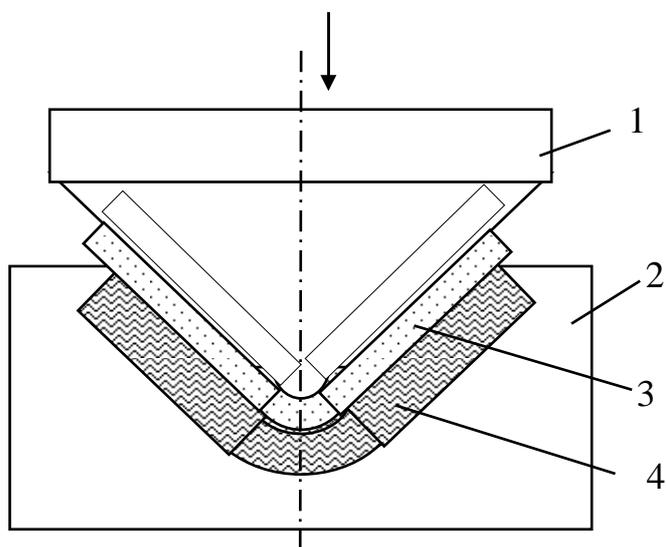


Рис. 63. Пресс-форма с эластичными элементами

Эластичный элемент пресс-форм может быть выполнен в виде диафрагмы из силиконовой или другой термостойкой резины. Диафрагма укладывается по внутренней поверхности матрицы, которая системой каналов соединена с трубопроводом сжатого воздуха. При подаче сжатого воздуха под диафрагму последняя равномерно огибает и сжимает прессуемый пакет.

Использование диафрагмы позволяет осуществить вакуумное прессование пакета. Для этого с помощью пуансона и матрицы создают герметичную камеру, в которую помещают прессуемый пакет, а рабочую поверхность пуансона системой каналов соединяют с вакуумным насосом.

Вакуумное склеивание позволяет увеличить производительность пресс-формы и улучшить условия труда, так как газообразные продукты, выделяемые при склеивании, удаляются вакуумным насосом.

Контрольные вопросы и задания

1. Какие гнотоклееные профили применяются в изделиях из древесины?
2. Что такое пресс-форма, и какие они бывают?
3. Поясните причины образования брака при изготовлении гнотоклееных деталей в различных пресс-формах.

12. Оборудование для облицовывания деталей

12.1. Общие сведения

Облицовыванием называют процесс оклеивания поверхностей заготовок декоративными пленками, строганым или лущеным шпоном, кожей, тканью и другими материалами, которые можно приклеить к древесине. Предназначено облицовывание для получения поверхностей деталей с привлекательной текстурой.

Облицовывание плоских деталей – всегда выполняется с обеих сторон. При одностороннем облицовывании деталь при эксплуатации коробится. Поэтому, даже если обратная сторона детали невидимая, ее надо оклеивать, например, облицовкой низкого качества.

Для облицовывания плоских поверхностей применяются прессы:

- холодные, в которых стопа пакетов облицовываемых заготовок выдерживается под давлением продолжительностью до суток;
- обогреваемые одно- и многопролетные прессы, между плитами которых помещается только один пакет облицовываемой заготовки.

В последние десятилетия, в связи с развитием производства быстроотверждающихся клеев для облицовывания пластей, преимущественное распространение получили обогреваемые однопролетные прессы.

12.2 Облицовочные материалы

Строганный шпон. Строганный шпон (ГОСТ 2977-82) получают путем строгания на станках хвойных и лиственных пород древесины. Красивая текстура (рисунок) шпона получается при строгании лиственных пород: березы, бука, граба, груши, ивы, красного дерева, вяза, дуба и др. Шпон получают также из наростов (кап) на деревьях.

Толщина листов шпона изменяется от 0,4 мм до 1,0 мм с градацией через 0,2 мм.

Шпон бывает обрезной, прирезной и необрезной. Обрезной шпон обрезан по периметру и имеет ширину 60...200 мм и длину 200...900 мм. Прирезной шпон имеет обрезку по длине только с одной стороны. Необрезной шпон поставляется без обрезки.

Натуральный строганый шпон поставляется его изготовителями в виде кнолей – пачек, в которых его листы уложены строго в порядке их сострагивания с ванчеса. Этим достигается одинаковость текстуры в соседних листах.

Лущеный шпон. Лущеный шпон (ГОСТ 99-89) используют как подслои или как лицевой слой при облицовывании. Получают его путем лущения древесины березы, ольхи, бука, дуба, ясеня, осины, лиственницы, кедра. Декоративные качества лущеного шпона ниже, чем строганого, поэтому его используют чаще всего при облицовывании внутренних поверхностей деталей.

Пленочные отделочные материалы. Синтетические облицовочные материалы широко применяются в технологии мебельного производства. Они заменяют дефицитный строганый шпон ценных пород древесины, позволяют автоматизировать процесс облицовывания, во многих случаях исключают необходимость отделки деталей лакокрасочными материалами и снижают выделение токсичных веществ.

Для облицовывания деталей используются пленки на основе пластмасс (ПВХ, АБС) и бумаг. Пленки на основе пластмасс, чаще всего ПВХ-пленки толщиной 0,4-0,6 мм, могут иметь любой цвет, напечатанную имитацию текстуры древесины, различные рисунки и любое тиснение. Они, как правило, не требуют последующей отделки, имеют хорошую стойкость к химическим, атмосферным и механическим воздействиям. Недостаток – высокая стоимость.

Пленки на основе бумаг более дешевы, не загрязняют окружающую среду при сгорании (утилизации). Их поверхность лучше имитирует текстуру древесины. Недостатки по сравнению с пластмассовыми пленками – низкая укрывистость из-за меньшей толщины и недопустимы небольшие радиусы изгиба, что особенно важно при облицовывании сложных остроугольных профилей.

Листовые пленки (ТУ13-160-84) выпускают четырех типов: *A*, *B*, *C* и *D*. Пленки типа *A* применяются для облицовывания лицевых и внутренних поверхностей деталей мебели с последующей отделкой полиэфирным и нитроцеллюлозным лаками и эмалями, карбамидо- и меламиноалкидными лаками. Пленки типа *B* рекомендуются для облицовывания лицевых поверхностей деталей с последующей отдел-

кой полиэфирными лаками и внутренних поверхностей (за исключением деталей кухонной мебели) без последующей отделки. Пленки типа *C* применяются для облицовывания лицевых и внутренних поверхностей с последующей отделкой нитроцеллюлозным лаком и эмалями. Пленки типа *D* рекомендуют для облицовывания внутренних поверхностей деталей мебели (кроме деталей кухонной мебели) без последующей отделки и лицевых поверхностей с последующей отделкой нитроцеллюлозными, карбамидо- и меламиноалкидными лаками.

Кромочный рулонный и полосовой материал на основе бумаг (ТУ13-771-84) выпускается типов МКР-1, МКР-1к, МКРМФ-1, МКР-2, МКР-2к. Кромочный материал имеет лаковое покрытие. Материал типов МКР-1к и МКР-2к предназначен для кухонной мебели.

Декоративные бумажно-слоистые пластики – ДБСП (ГОСТ 9590-76) применяют для изготовления кухонной, медицинской, торговой, детской и другой мебели. Пластик толщиной менее 1 мм имеет высокие декоративные свойства, хорошо обрабатывается, стоек к действию высоких температур, воды, пара, кислот, щелочей, пищевых продуктов и бытовых жидкостей, стоек к ударам и истиранию.

Искусственные кожи представляют собой монотонное полимерное или пористо-монотонное покрытие, нанесенное на мягкую основу. Кожи выпускаются разных цветов, с печатным или рельефным рисунком, матовыми и глянцевыми. Материал имеет ширину 1,2...1,4 м, длину 30...150 м и поставляется в рулонах.

Искусственные кожи применяются для облицовывания деталей спальной, детской, молодежной и кабинетной мебели.

12.3. Ребросклеивающие машины

Классификация. Ребросклеивающие машины предназначены для соединения полос строганого или лущеного шпона и отрезков пленок на основе пропитанных бумаг при формировании из них облицовок. Применяются они в мебельной и фанерной промышленности.

По направлению подачи соединяемых полос машины делят на два класса: с продольной и поперечной подачей листов. В машинах

первого класса соединяемые кромки шпона параллельны направлению подачи, а в машинах второго класса - перпендикулярны (рис. 64).

Соединение полос шпона гуммированной лентой применяется редко на небольших предприятиях и выполняется вручную.

Предварительно полосы шпона в пачке прифуговывают или обрезают на гильотинных ножницах типа НГ-18 и НГ-30 или бумагорезательных машинах БРП-4М, 2БР-36. Шероховатость поверхности кромок $R_{m \max}$ для деталей мебели не должна превышать 32 мкм. Не допускаются зазоры между кромками полос шпона, сколы, риски, вырывы. Отклонение от прямолинейности кромок не должно превышать 0,33 мм/м.

При ребросклеивании гуммированная лента 2 наклеивается на пласти соединяемых полос 1 вдоль кромки (рис. 65, а). Гуммированная лента обеспечивает высокую прочность соединения полос шпона, достаточную для того, чтобы при формировании пакета для склеивания облицовка не развалилась.

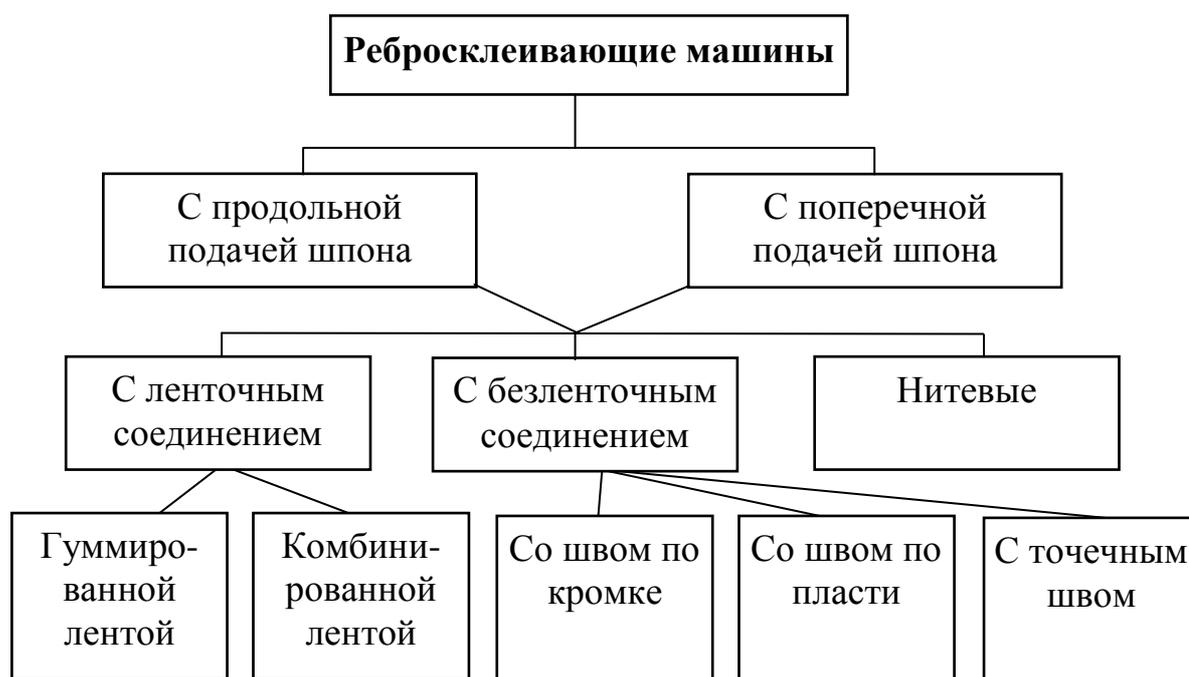


Рис. 64. Схема классификации ребросклеивающих машин

Однако этот способ соединения имеет существенный недостаток. Если при формировании пакета облицовку положить на щит гуммированной лентой наружу, то в процессе последующего прессования на детали от ленты образуется вмятина глубиной до 0,1 мм.

При последующей обработке детали гуммированную ленту и вмятину надо сошлифовать. Процесс шлифования становится чрезвычайно трудоемким. Если при формировании пакета облицовку положить лентой внутрь пакета, то понижается прочного клеевого соединения между облицовкой и основой. При эксплуатации таких деталей происходит отклеивание облицовки от основы.

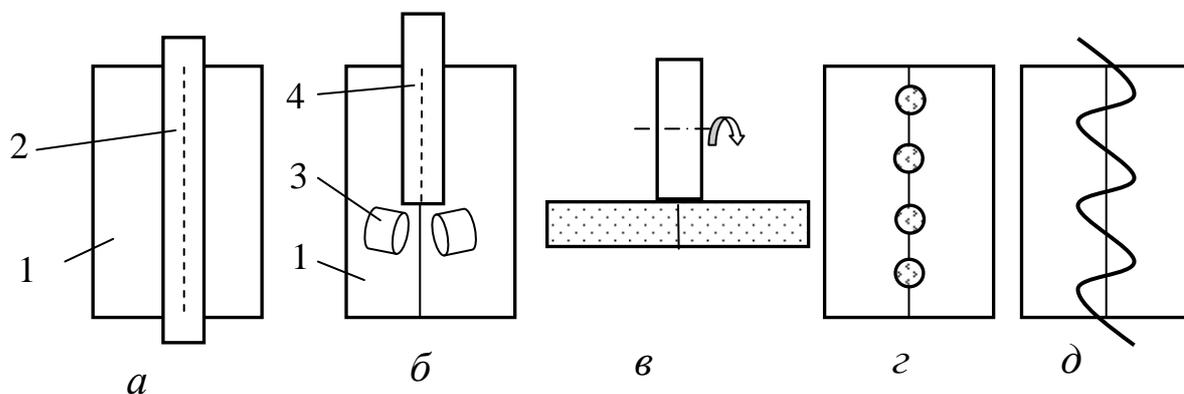


Рис. 65. Схемы ребросклеивания:

a – гуммированной лентой; *б* – с клеевым слоем по кромке;
в – со швом по пласти; *г* – с точечным швом; *д* – термопластичной нитью

Для устранения указанного недостатка гуммированную ленту перфорируют или используют комбинированную ленту. Комбинированная лента предназначена для ребросклеивания сырого и сухого шпона. Ее готовят путем последовательной односторонней пропитки бумажной ленты сначала основным клеем, плавящимся при нагревании, а затем мездровым клеем.

Комбинированная лента наклеивается на шпон так же, как и гуммированная лента. Затем состыкованная облицовка подается в сушильную камеру, где одновременно с сушкой происходит вторичное соединение полос шпона посредством расплавленного основного слоя клея.

Если облицовка формируется из полос сухого шпона, то вторичное соединение шпона с лентой происходит в процессе облицовывания в горячем прессе.

Склеивание дялек шпона на гладкую фугу, то есть на ребро (рис. 65,б), давно применяется мебельщиками. В настоящее время технология ребросклеивания выполняется так. Пачка шпона обрезается гильотинными ножницами, и на обрезанную поверхность пачки

наносится клей и подсушивается. Затем деланки шпона укладываются ребрами друг к другу на стол вдоль направляющей линейки ребросклеивающей машины (рис. 66) и продвигаются вперед до захвата их механизмом подачи.



Рис. 66. Ребросклеивающая машина

Подающий механизм представляет собой гусеницу, расположенную над столом. Под гусеницей располагаются подающие диски, прижимающие деланки друг к другу. Кроме того, под гусеницей расположен нагреватель, обеспечивающий ускоренное отверждение клея на кромках деланок. На выходе из машины, длина рабочей зоны которой составляет не более одного метра, достигается прочное соединение деланок, практически равнопрочное со шпоном и не раскрывающееся при его перегибах.

С появлением клеев-расплавов в 60-х годах прошлого столетия конструкции ребросклеивающих машин изменились коренным образом. В группе машин с безленточным соединением появились машины, наносящие клей расплав тонкой пленкой по пласти (рис. 65, в) или точками (каплями) по шву (рис. 65, г). ВПКТИМ разработано оборудование, клей расплав и режим точечного ребросклеивания: оптимальная скорость подачи полос при ребросклеивании 16...32 м/мин, толщина шпона 0,3...1,5 мм, шаг клеевых точек 20...30 мм и диаметр капель 5...10 мм.

При использовании этого способа возникла проблема, заключающаяся в том, что соединительный клей капли, при последующем плавлении в прессе, за счет своей высокой вязкости выдавливался через фугу и раскрывал ее, образуя щель между деланками. Из-за этого в производстве мебели такой способ ребросклеивания не применяется.

В последние годы в отечественной и зарубежной практике для продольного ребросклеивания шпона широкое распространение получили машины, соединяющие полосы шпона термопластичной нитью. Нить на линию стыка наносится зигзагом (рис. 65, д). Соедине-

ние полос получается прочным, эластичным и обеспечивает плотное прилегание кромок шпона. Кроме того, такое соединение не вызывает затруднений при выполнении последующих технологических операций по наклеиванию облицовок.

Термопластичную нить получают из нити стекловолокна, которую пропитывают в клее-расплаве и пропускают через калибровочное

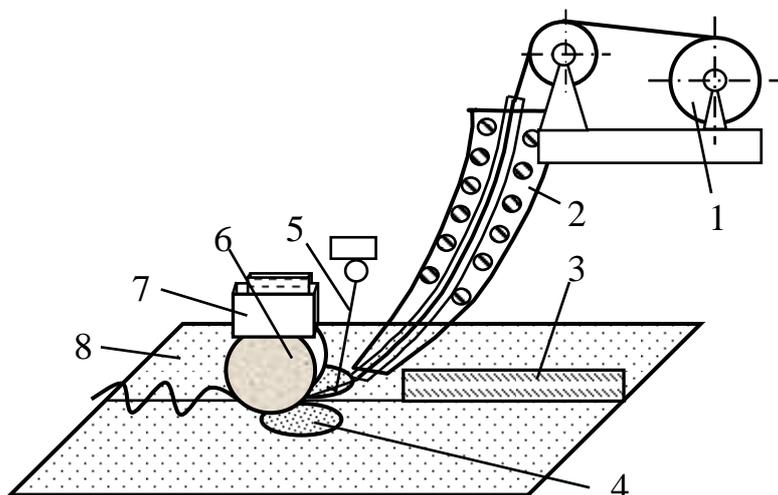


Рис. 67. Схема ребросклеивающей машины

отверстие диаметром 0,28...0,38 мм. Клеевая нить поступает потребителю в бобинах.

Ребросклеивающие машины. На мебельных предприятиях страны широко применяются машины модели РС-9. На ребросклеивающей машине (рис. 67) клеевая нить из бобины 1 подается в

электрический нагреватель 2 с температурой в нем 500...520°С. В нагревателе клей на нити плавится. Нитеводитель 5, совершая возвратно-поступательные движения, укладывает нить зигзагом на пласти соединяемых полос 8. Ролик 6 прижимает расплавленную нить к полосам 8. Для того чтобы нить прилипала к полосам шпона, а не к ролику, ролик постоянно смазывают пропитанной в масле губкой 7.

Механизм подачи машины выполнен в виде двух наклонных дисков 4, расположенных по обе стороны направляющей линейки 3.

Технические характеристики некоторых ребросклеивающих машин приведены в табл. 11.

В качестве примера на рис. 68 приведены общие виды машин.

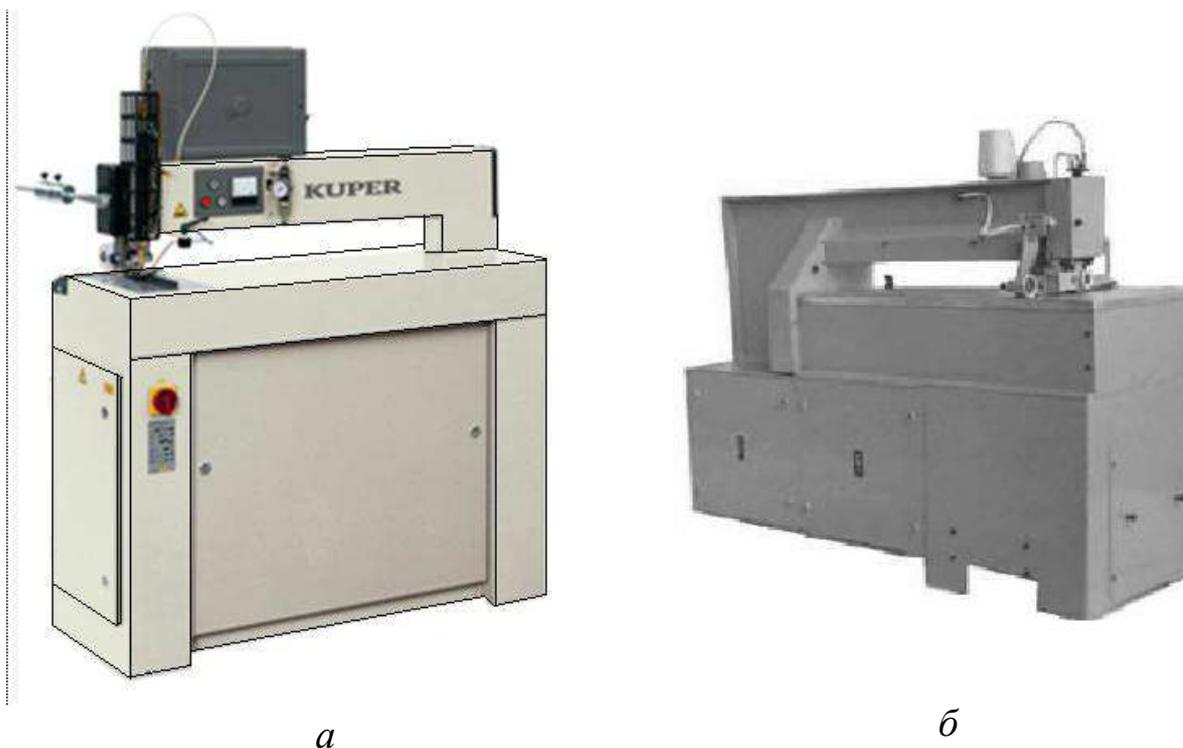


Рис. 68. Ребросклеивающие машины:
a – FW/J-920 (Германия) ; *б* – PC-9A (Россия)

Таблица 11

Технические характеристики ребросклеивающих машин

Параметры	С продольной подачей шпона		С поперечной подачей шпона	
	PC-9	“Купер”	“Рюкле” FSM-28	“Купер” DMF-1800
Средство соединения полос шпона	Клеевая нить	Клеевая нить	Клей тер-мореактив.	Клеевая нить
Наибольшая длина шпона, мм	300	-	2800	1800
Толщина шпона, мм	0,4...4,0	0,3...3,0	0,5...4,0	2...6
Вылет головки, мм	900	1150	-	-
Скорость подачи, м/мин	14...40	10...30	3...12	1,5...10
Температура обогрева, °С	500	180...320	200	200
Число катушек с нитью, шт	1	1	-	5
Число ходов нитеводителя, мин ⁻¹	130...1400	150...1500	-	-
Мощность обогревателей, кВт	-	0,25	15	7,5
Мощность электродвигателей, кВт	-	1,5	5,2	-
Габариты (длина × ширина × высота), мм	1835×650×1790	2300×760×1500	4700×3850×1700	10000×5000×2750
Масса, кг	630	630	5100	4150

12.4. Каширование

Способы и режимы облицовывания. Для облицовывания плитных материалов пленками используют два способа: каширование (технология HPL – High Pressure Laminate) и ламинирование. Кашированием называют способ облицовывания щитов рулонными пленками с применением вальцовых прессов с целью улучшения их внешнего вида. Такой процесс был разработан в конце 60-х годов прошлого столетия и получил название "каширование" от французского *cacher*, что означает в переводе прятать, закрывать, скрывать.

Рулонные пленки на основе пропитанных бумаг имеют толщину 0,14...0,21 мм. При такой толщине они обладают слабой укрывистостью. Чем тоньше пленка, тем меньше ее способность компенсировать структурные неровности облицовываемой поверхности. В связи с этим облицовываемая поверхность при кашировании должна быть очищена от пыли, а ее микронеровности должны быть не более 60 мкм. Более удобны для каширования пленки на основе пластмасс (ПВХ, АБС) имеющие толщину 0,4...0,6 мм.

Различают следующие методы каширования: холодное, теплое, горячее каширование и метод *quickstep*.

Холодное каширование выполняется по следующей схеме: нанесение клея на щит → выдержка для удаления влаги → нагрев пленки → накладывание пленки холодными вальцами → снятие свесов по ширине → разделение щитов → прикатывание пленки холодными вальцами → выдержка в стопах. Холодное каширование применяется при облицовывании нетермостойкими плёнками, в основном синтетическими, с применением ПВА клеёв.

Режим холодного каширования

Пленка	ПВХ
Расход клея ГИПК-141 с вязкостью до 200 с по ВЗ-4, г/м ²	120...150
Температура нагрева пленки, °С	40...50
Давление накатных валов, кН/м	10...12
Длительность выдержки щитов в стопах, ч	8...24

Теплое каширование выполняется по следующей схеме: нагрев щита → нанесение клея на щит → выдержка для удаления влаги → возможный нагрев пленки → накладывание пленки холодными валь-

цами → снятие свесов по ширине → разделение щитов → прикатывание пленки холодными вальцами → выдержка в стопах. Перед нанесением клея поверхности щита предварительно нагревают до температуры 40...60°C, что способствует быстрому испарению из клеевых слоев влаги и ускорению процесса отверждения. Остальные режимные параметры остаются такими же, как и при холодном способе. Этот способ подходит для облицовывания плит меламиновыми плёнками.

Горячее каширование включает следующие операции: нагрев щита → нанесение клея → выдержка для удаления влаги → возможная тепловая активация нанесенного клея → накладывание пленки горячими вальцами → снятие свесов по ширине → разделение щитов → прикатывание пленки горячими вальцами → возможное дополнительное прикатывание → охлаждение щитов. При термокашировании применимы различные клеи, в том числе карбамидные.

После термокаширования плиты можно сразу же обрабатывать на круглопильных станках.

Технологические режимы горячего каширования

Нагрев поверхности щита, °С	40...60
Расход клея, г/м ² :	
ПВА-дисперсии	80...120
мочевинформальдегидного	40...80
клеев, содержащих растворитель	140...180
Температура подсушки клеевого слоя, °С :	
в первой зоне	35...45
во второй зоне	80...90
Температура накатных валов, °С	180...200
Давление накатных валов, кН/м	30...50
Максимальная скорость подачи, м/мин	50

Способ Quickstep – один из разновидностей горячего каширования. Способ был предложен в начале 1970-х годов немецкой фирмой Bison для облицовывания плит пленками с заранее нанесенным слоем клея-расплава. С целью рекламы фирма назвала этот способ каширования quickstep поясняя, что он так же быстр и элегантен, как танец.

Технологическая линия для облицовывания этим способом состоит из комбинации обычной линии холодного каширования, разгонного ленточного транспортера и короткотактного однопролетного пресса, обеспечивающего необходимые давление и температуру при облицовывании.

В настоящее время способ quickstep применяется для облицовывания щитов с использованием клеев на основе ПВА-дисперсий или карбамидных.

Линия каширования. Для каширования применяют каландровые прессы, их комбинации с одноэтажными позиционными короткотактными прессами, а также двухленточные проходные прессы.

В состав линии каширования входит следующее оборудование (рис. 69): роликовый транспортёр 1, подъёмный стол 2, щёточная машина 3, вальцовая машина для нанесения отвердителя 4, устройство для инфракрасной сушки отвердителя 5, клеенаносящая машина 6, роликовый транспортёр 7, каландровый пресс (установка каширования) 8, отсекабель плёнки 9, ленточный транспортёр 10, приёмный стол 11.

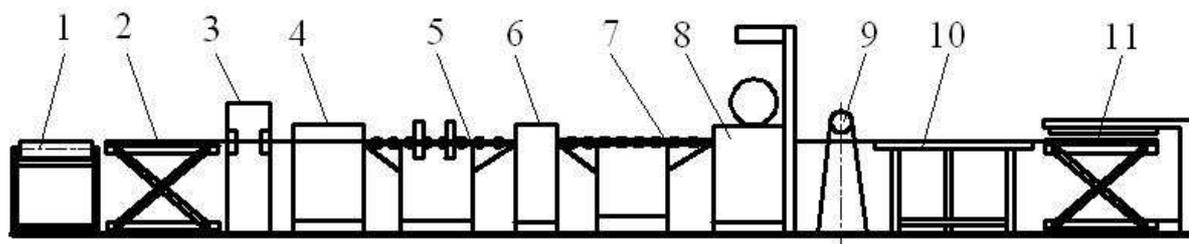


Рис. 69. Схема линии каширования на базе каландрового пресса

Технологический процесс начинается с подачи пачки плит по роликовому транспортёру 1 на загрузочный стол 2, а с него поштучно в щёточную машину 3 для очистки плит от пыли. Щётки машины диаметром 280 мм, вращаясь с частотой 300 мин^{-1} , удаляют пыль с поверхностей плиты, которая собирается в бункере аспирационной системы.

Далее по промежуточному роликовому транспортёру плита-основа подаётся в машину 4 вальцового типа, где на одну или обе пласти наносится раствор отвердителя. Для карбамидных смол применяют кислый отвердитель в концентрации 20...30%, с водородным

показателем рН не более 2,5 и вязкостью 20–70 с по ВЗ-4. Расход отвердителя примерно 30...35 г/м² [5].

После нанесения отвердителя плита проходит через инфракрасную сушилку 5 для удаления растворителя и затем подаётся в клеенаносящую машину 6, где на равномерно подсушенный отвердитель наносится терморреактивная смола в концентрации до 70%, с вязкостью 100–140 с по ВЗ-4 и начальной кислотностью рН = 7...8,5. Расход смолы 100...120 г/м².

Далее плита пропускается через каширолвальную установку 8, в которой разматывается пленка из нижнего и верхнего рулонов, накачивается на пласти плиты и прессуется каландровым прессом. Вальцы обогреваются термомаслом с температурой около 200 °С. Зазор между кашировальными вальцами, регулируемый с пульта управления, должен быть на 0,1 мм меньше толщины плиты. Качественное облицовывание возможно только при достаточно стабильной толщине плит в партии – разброс должен быть в пределах ±0,2 мм. Облицованные плиты после отсечения плёнки на отсекателе 9 поступают по ленточному транспортеру 10 на приёмный стол 11 и укладываются в стопу. Скорость подачи в такой линии 12...17 м/мин.

При использовании плёнок, на которые уже нанесён слой подсушенного термопластичного клея или плёнок с неполностью отверждённой меламиносодержащей смолы, технологический процесс значительно упрощается. Отпадает необходимость в нанесении и сушке отвердителя и в нанесении терморреактивной смолы на пласт. Плита-основа сразу после очистки идёт в вальцовый станок для каширования.

На рис. 70 представлен общий вид пресса для непрерывного термокаширования плит.

На раме 5 с основанием 4 пресса смонтированы две пары ведущих барабанов 6 и ведомых натяжных барабанов 2, расположенных друг над другом. На верхние и нижние барабаны надеты стальные ленты 1. Ленты пресса натянуты натяжным устройством 3.

Пресс работает при постоянном рабочем давлении около 2 МПа, и скоростью подачи до 16 м/мин. Очищенные от пыли плиты подаются встык одна за другой на участок двухсторонней облицовки. Плёнка

из рулонов, натягиваемая сверху и снизу на непрерывно движущиеся плиты, отверждается в ленточном прессе.

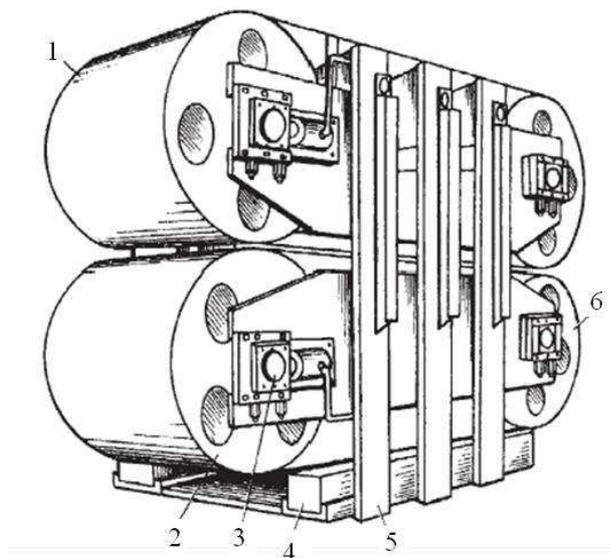


Рис. 70. Пресс непрерывного термокаширования

Каширование – более дешевый и простой способ облицовывания шлифованных плит. Однако кашированные плиты заметно проигрывают ламинированным по ряду важнейших показателей, влияющих на долговечность продукции (износостойкость, устойчивость к воздействию высоких температур и т.д.). Кроме того, при кашировании невозможно придать поверхности плиты структурный рисунок (имитацию древесных пор, апельсиновой корки и др.) – кашированная плита может быть только гладкой. Единственным достоинством кашированных плит на сегодня остается их низкая стоимость.

В линиях каширования немецких фирм предварительный нагрев плит перед нанесением на них клея производится с помощью инфракрасных излучателей (оборудование фирм Бюркле, Фриц) либо с помощью каландров (Хюммен), а прикатывание пленки производится горячими валами, обогреваемыми маслом или ТЭНами).

Перед машиной для нанесения клея могут дополнительно устанавливаться нагреваемые до 160-180°C валы (каландры). Они вдавливают в плиту мелкие частицы, не удаленные щеточной машиной, приклеивают частично отслоившиеся стружки ДСтП за счет расплавления лигнина, выравнивают температуру на поверхности и нагревают пласти для ускорения испаривания влаги.

Немецкое оборудование современных линий каширования позволяет получать на выходе текстурный рисунок.

Лидирующие позиции на европейском рынке оборудования для каширования занимают немецкие фирмы Бюркле, Фриц и Хюммен.

Фирма Бюркле, выпускает линии холодного каширования EFA, линии термокаширования FFA II для полноформатных плит и линии термокаширования дверей EFA T.

Фирма Фриц специализируется на линиях термокаширования с предварительным нагревом пластей перед нанесением клея и прикапыванием пленки вальцами с внешним электронагревом. Каждый тип линии фирмы сориентирован на использование конкретных клеев: дисперсионных клеев, мочевино-формальдегидных клеев, клеев-расплавов EVA и полиуретановых клеев-расплавов.

Фирма Хюммен специализируется на линиях каширования, работающих с мочевино-формальдегидным клеем.

Линии типа Quickstep дают наиболее высокое качество облицовывания за счет использования плоского пресса, обеспечивающего выравнивание прессуемой поверхности и более равномерный нагрев. Такие линии позволяют использовать любые облицовочные пленки, клеи ПВА-дисперсии или карбамидные и практически полностью исключают появление дефектов поверхности от разбухания стружки. Кроме того, при оснащении плит пресса специальными матрицами возможно тиснение структуры поверхности на облицованной пласте.

Однако производительность таких линий ниже и ограничивается скоростью подачи 7-10 м/мин, а стоимость выше и зависит от стоимости короткотактного пресса.

Основные изготовители линий типа Quickstep - фирмы Friz, Wemhoner, Diffenbacher, Burkle (Германия), Italpresse, ORMA (Италия).

Схема линии, работающей по методу Quickstep приведена на рис. 71. Линия включает загрузочный стол 1, обеспечивающий поштучную загрузку плит в щеточную машину 2 для очистки плит от пыли, клеевые вальцы 3, обеспечивающие нанесение клея на обе пласти щита и кашировальную установку 4. В ней пленка разматывается из рулонов и накатывается вальцами на обе пласти плит, а затем отрезается по длине, отделяя плиты друг от друга.

Подготовленные к прессованию плиты подаются ленточными транспортерами 5, 6, 7 к прессу 8. Пресс имеет две плиты: нижнюю неподвижную и верхнюю, перемещаемую гидроцилиндрами по высоте. В плитах пресса шириной 1300 мм, длиной 4500 мм и толщиной 42 мм просверлены каналы для циркуляции горячего масла, обеспечивающего температуру нагрева плит до 120°C.

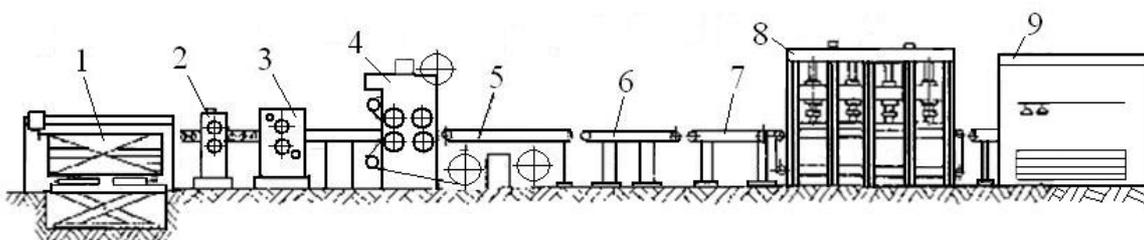


Рис. 71. Линия горячего каширования методом quickstep

На нижней плите пресса смонтирован приводной ленточный конвейер, осуществляющий загрузку заготовок в пресс. Материалом подающих лент служит *майлар*, который имеет высокую механическую прочность и стойкость к высоким температурам, а также отличную теплопроводность, что делает его идеальным для использования в горячем прессовании. Цикл прессования происходит автоматически, в конце каждого цикла лента выводит из пресса одну или несколько заготовок и подает новые.

Облицованные плиты поступают к пакетовкладчику 9.

Линия МОП-1 (Россия). Линия предназначена для двустороннего облицовывания пластей щитов рулонными пленками. Линия включает следующее оборудование (рис. 72): автоматический загрузчик щитов 1, щеточный станок 2 для очистки пластей щитов от пыли, камера подогрева 3, клеенаносящий станок 4 модели КВ9-1, камера выдержки 5, облицовочный станок 6, устройство для разделения деталей 7, камера охлаждения 8 и автоматический укладчик 9.

Загрузчик щитов включает роликовый конвейер, две подъемные платформы, смонтированные по обе стороны конвейера, и вакуумную головку. При работе стопа заготовок подается с напольного конвейера на платформу загрузчика и поднимается до уровня загрузки. Вакуумная головка, установленная на каретке, опускается, захватывает верхнюю заготовку и переносит ее на роликовый конвейер.

Затем вакуумная головка возвращается за следующей заготовкой. Когда платформа оказывается свободной от заготовок, каретка с вакуумной головкой автоматически переключается для загрузки заготовок с другой платформы.

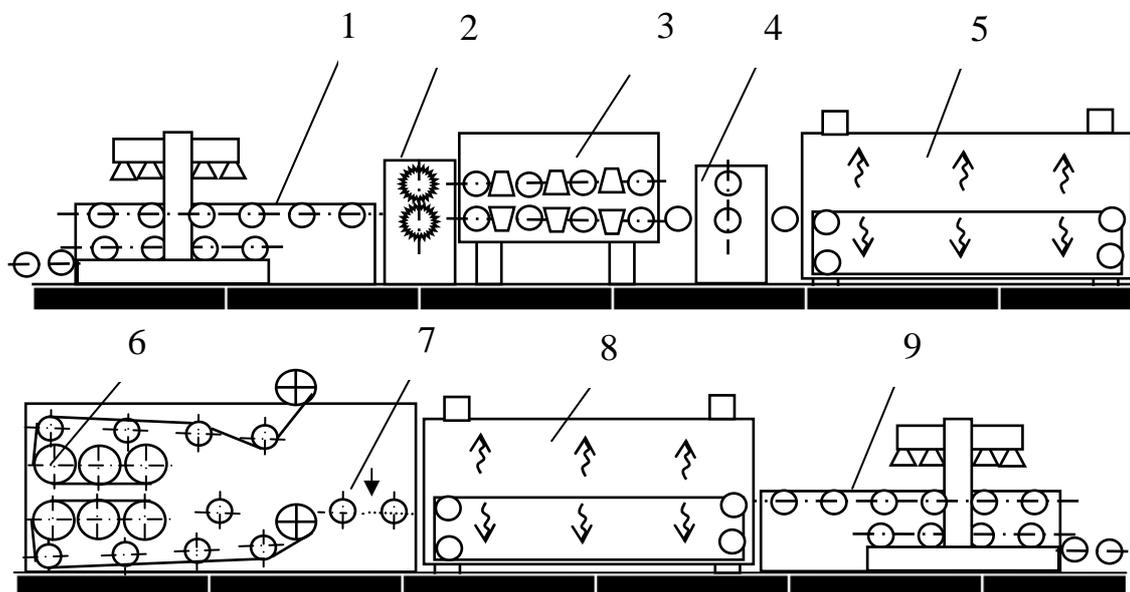


Рис. 72. Схема линии МОР-1

Щеточный станок имеет две горизонтальные барабанные щетки плотного набора. Они предназначены для очистки передних и задних кромок и пластей щита. Выполняются они диаметром 200...300 мм и вращаются с частотой 700...1000 мин⁻¹. Ролики транспортного конвейера щеточного станка выполнены из токопроводящего материала, и станок снабжен устройством для снятия электростатических зарядов, возникающих при трении щеток о щиты. Это предотвращает налипание пыли на ролики и перенос ее на щиты.

В камере подогрева установлены верхний и нижний ряды обогреваемых траков, расположенных между роликами конвейера. Литые траки соединены между собой шарнирно, и в каждом из них вмонтирован трубчатый электронагреватель. В камере подогрева поверхности щитов нагреваются до температуры 50...55°C.

В камере выдержки происходит выпаривание воды из связующего за счет аккумулированного в щите тепла. Здесь из связующего удаляется около 70% влаги, и на выходе из камеры слой связующего доводится до состояния отлипа. Обдуваются поверхности деталей

воздухом через сопла, расположенные равномерно по всей длине камеры.

Облицовочный станок предназначен для нанесения рулонной синтетической пленки на пласти заготовок. Накатывание пленки производится в секции, состоящей из пяти пар валов, обеспечивающих давление до 1,7 МПа. Три пары валов нагреваются ТЭНами и имеют температуру 120...180°C.

Накатанные пленки с деталями поступают в секцию обрезки пленки и разделения деталей. Каретка механизма обрезки снабжена ножом, смонтированным на вертикальных стойках. Каретка работает с минимальным разрывом между деталями 40 мм.

Резание производится при непрерывном движении ленты облицованных деталей и синхронизации с этим движением скорости перемещения каретки с помощью обгонной муфты. Команду на срабатывание привода каретки и ножа дает пневматический конечный выключатель, срабатывающий при попадании подпружиненного ролика, постоянно скользящего по поверхности, в межторцовый разрыв. Секции накатывания и обрезки объединены общей рамой, на которой установлены две штанги с пленочными рулонами и стыковочными устройствами. Нижние штанги для рулонов смонтированы на выдвигающихся каретках. Стыковочные устройства обеспечивают соединение пленок при смене рулонов.

Линия работает в автоматическом режиме. Управление ею осуществляется с пульта. В наладочном режиме каждый агрегат линии управляется от индивидуального поста.

Линия МОР-2 (Россия). Линия предназначена для облицовывания древесностружечных плит методом каширования (метод quickstep). Создана она на базе использования короткотактного гидравлического пресса. В состав линии входит следующее технологическое оборудование: загрузочный агрегат, щеточный станок, клеенаносящий станок, прикатывающий станок для накатывания пленки с двух сторон, гидравлический пресс модели ДНКА-14, установка для нагрева масла, разгрузочный агрегат, ленточные, дисковые и роликовые конвейеры.

Технические характеристики линий для облицовывания пластей

Модели линий	МОП-1	МОП-2
Размеры обрабатываемых щитов, мм:		
длина	400...2200	2750...3660
ширина	200...950	1750...1830
толщина	4...40	10...25
Установленная мощность, кВт . . .	174	68,4
Скорость подачи, м/мин	-	6...15
Габаритные размеры, м	37,2 × 5,7 × 2,6	49,0 × 7,5 × 5,2
Масса, кг	25000	95000

12.5. Ламинирование

Ламинированием (технология DPL – Direct Pressure Laminate) называют наклеивание на пластину плиты листов того же формата из пропитанных бумаг с неполностью отверждённой смолой. При изготовлении пленок на бумажной основе для этих целей применяются меламиносодержащие смолы. Подсушенная смола пленки в процессе прессования в горячем прессе отверждается, схватываясь с основой. Та часть смолы, которая выдавливается на поверхности, обращённые к прокладочным листам пресса, воспринимает структуру последних. Используя соответствующие прокладки, можно получать облицованные плиты с гладкой или тисненой поверхностью.

Прежде основным облицовочным оборудованием при ламинировании были многоэтажные горячие прессы, заимствованные из фанерной промышленности. Когда увеличился спрос на мебельные детали с глянцевой поверхностью, в таких прессах стали применять полированные стальные поддоны и охлаждать плиты пресса перед снятием давления. Полированные поддоны требуют очень аккуратного обращения, даже шлифовальная пыль и отпечатки пальцев на них могут снизить качество облицовки. Поэтому на участке ламинирования должна поддерживаться безупречная чистота, а персонал работает в особой одежде и обуви.

Цикл облицовывания в многоэтажном прессе длится несколько минут: в течение этого времени плиты пресса охлаждаются, чтобы можно было выгрузить одни поддоны и загрузить другие. Из-за необ-

ходимости отводить горячий теплоноситель, а затем снова доводить его до рабочей температуры энергозатраты при использовании многоэтажных прессов довольно высокие.

В настоящее время для получения плит с тисненой поверхностью применяют одноэтажные прессы, а для получения высокого глянца у ламинированного покрытия – многоэтажные прессы.

На рис. 73 показана линия ламинирования ЛЛД-4941, предназначенная для покрытия мебельных щитов (плит ДСтП или МДФ) декоративной пленкой на бумажной основе, пропитанной меламиновой смолой.



Рис. 73. Линия ламинирования ЛЛД-4941

В линии пакет мебельных щитов подается на подъемный стол 2, и толкателем 1 верхний щит направляется в щеточный станок 3. Очищенный от пыли щит поступает в зону формирования пакета.

Двое рабочих укладывают на роликовый транспортер 4 загрузочной тележки лист облицовки изнаночной стороной вверх, на него кладут щит и накрывают его листом облицовки лицевой стороной вверх. Далее дается команда на загрузку пакета в пресс 5. Загрузочная тележка заходит в пресс, укладывает пакет на нижнюю плиту прессы и возвращается в исходное положение. Идет горячее прессование. После прессования и открытия прессы в него заходит тележка выгрузки 6, которая вакуумными присосками забирает ламинированную плиту и выходит из прессы, опуская плиту на роликовый транспортер, который перемещает ее на стол обрезки кромок.

12.6. Загрузочные устройства однопролетных прессов

При облицовывании плит в одноэтажных прессах загрузка пакетов производится с помощью транспортных устройств. Принципиальные схемы их приведены на рис. 74.

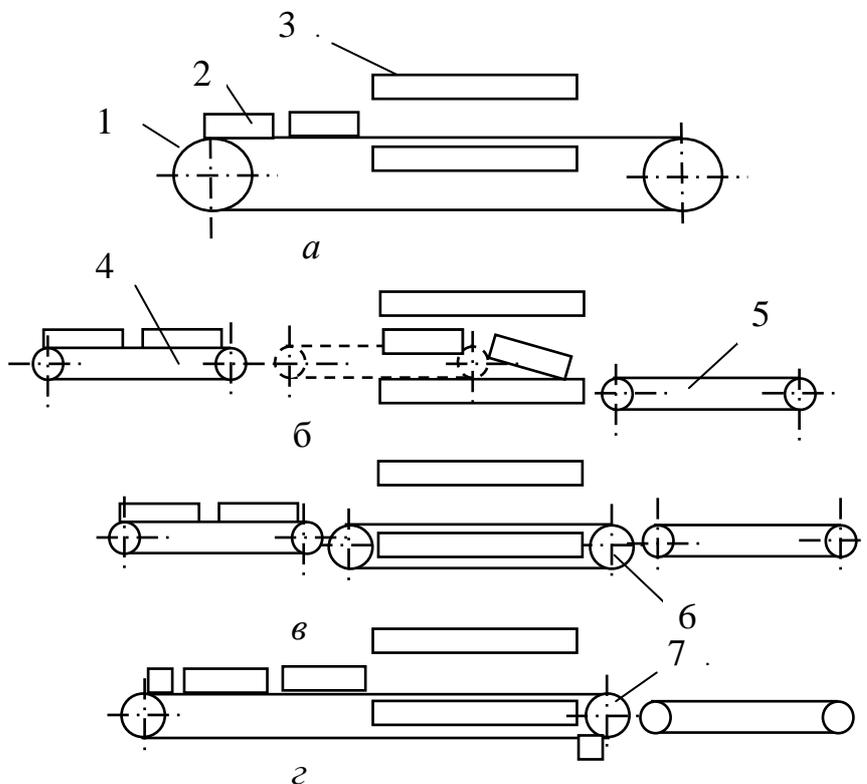


Рис. 74. Схемы загрузочно-разгрузочных устройств прессов:

а – стальной лентой; *б* – кареткой; *в* – конвейером из термостойкой ленты; *г* – цепным конвейером

направляющих в проеме пресса (рис. 73, б). При работе на конвейерную ленту рабочие кладут облицовку, смазанный клеем щит и сверху накрывают его снова облицовкой. После сформирования пакета конвейерная лента перемещает его вперед на один шаг, и на ленте формируется новый пакет.

При заполнении всей конвейерной ленты пакетами включается привод каретки загрузочного конвейера. Каретка по направляющим входит в проем пресса вместе с конвейерной лентой и пакетами. При этом передним упором каретка упирается в облицованные щиты, лежащие на нижней плите пресса, и сталкивает их на выгрузочный конвейер.

Подачу в пресс 3 пакетов 2, подлежащих склеиванию, можно выполнить ленточным конвейером 1 со стальной лентой (рис. 61, а). Так выполнен, например, пресс фирмы “Зимпелькамп”.

В других прессах пакеты формируются на конвейере 4, смонтированном на каретке, установленной на

После разгрузки начинается загрузка прессы пакетами. При этом каретка выходит назад из пролета прессы, а конвейерная лента вместе с пакетами синхронно начинает двигаться вперед. В результате такого движения набранные пакеты с ленты укладываются на нижнюю плиту прессы, а загрузочный конвейер с кареткой возвращаются в исходное положение. Так работают прессы линий фирмы “Вемхенер” и отечественной линии МФП-1.

В прессах фирм “Вемхенер” и “Сими” (Италия) загрузочно-разгрузочное устройство включает три ленточных конвейера: сборочно-загрузочный, разгрузочный и конвейер, смонтированный на нижней плите прессы (рис. 73, в). Лента конвейера выполнена из термостойкого материала, например из полиэтилентерефталатной пленки. Лента закреплена на цепях, проходящих по обе стороны нижней плиты прессы и опирающихся на звездочки, которые имеют привод от мотор-редуктора. Натяжение цепей осуществляется специальным устройством.

Известны также прессы, в которых загрузка пакетов производится цепным конвейером с упорами (рис. 73, г).

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое каширование и ламинирование, в чем их достоинства и недостатки?
2. Приведите классификацию каширования.
3. Изобразите схему линии каширования.
4. Изобразите схему каландрового прессы, для чего он применяется.
5. Изобразите схему каширования по методу quickstep.
6. Приведите схему ламинирования плит.
7. Какие схемы загрузки однопролетных прессов вы знаете?

12.7. Оборудование для облицовывания кромок

Облицовывание кромок щитовых деталей мебели выполняют на облицовочных машинах, которые со скоростью подачи 20...120 м/мин наклеивают кромочный материал.

Кромочные материалы бывают натуральные и синтетические. Натуральные – шпон и рейка из массивной древесины. К синтетическим относятся кромочные пластики на основе бумаг, пропитанных термопластичными смолами (синтетический шпон), а также на основе пластмасс: поливинилхлорид (ПВХ), сополимер акрилбутадиенстирола (АБС), и полипропилен (ПП).

Создателем первой двухсторонней кромкооблицовочной машины считается немецкая фирма IMA-Klessmann (1953 г.). Для наклеивания полосы шпона в ней использовался карбамидный клей. Для обеспечения непрерывной подачи участок горячего прессования выполнялся длиной в несколько метров.

Первая односторонняя кромкооблицовочная машина с использованием клея-расплава была создана фирмой Nomag. Затем подобные машины были созданы в Италии, в Советском Союзе (1973 г.). Использование клеев-расплавов, которые затвердевают при температуре 120...170°C позволило сократить длину прессового участка примерно до 0,5 м.

Сейчас создано большое разнообразие кромкооблицовочных машин и линий, но отличаются они от первых аналогов только отдельными новшествами. В современных линиях используются компьютерные технологии управления процессом облицовывания.

Ваймы. При небольших объемах производства на предприятиях для оклеивания кромок щитов применяют горизонтальные или вертикальные ваймы. На ваймах облицовывают прямолинейные кромки и закругленные углы. При этом в качестве нагревательных элементов используют гибкие нагреватели, а прессование обеспечивают пневматическими камерными механизмами. Для обеспечения необходимого давления прессования на закругленных участках гибкую нагревательную ленту натягивают, прижимая ее к щиту. Удельное давление, создаваемое натянутой гибкой лентой в любой точке криволинейной поверхности, может быть найдено из уравнения

$$p = \frac{F}{Rbe^{f\alpha}}, \quad (47)$$

где F – усилие натяжения ленты, Н;

R – радиус кривизны выпуклых участков контура изделия, мм;

b – ширина кромки, мм;

e – основание натуральных логарифмов;

f – коэффициент трения гибкой ленты по поверхности облицовки;

α – угол между перпендикуляром к направлению действия силы натяжения ленты и линией радиуса кривизны поверхности в данной точке, рад. При $\alpha = 90^\circ$ и $f = 0,2$ значение $e^{f\alpha} = 1,17$.

В производстве мебели применяют ваймы типа НК, которые собирают из нормализованных элементов. Вайма модели НК I – 00 предназначена для облицовывания трех кромок с закругленными углами; вайма НК II – 00 – двух смежных кромок щита и закругленного угла; вайма НК III – 00 – одной или двух продольных кромок щита и вайма НК VI – 00 – одной или двух поперечных кромок щита.

Техническая характеристика вайм НК для облицовывания кромок

Максимальные размеры обрабатываемых щитов, мм:

длина	1600
ширина	600
толщина	40

Радиус закругления угла щита, мм 10...60

Давление воздуха, МПа 0,4

Максимальное давление на облицовываемую поверхность, МПа 0,8

Рабочее усилие цилиндра для натяжения ленты, Н 10000

Сечение ленты электронагревателя, мм 50×0,4

Линия для одностороннего облицовывания кромок типа МОК. Линия предназначена для одностороннего облицовывания прямолинейных и профильных кромок щитов натуральным, синтетическим шпоном или рулонным синтетическим материалом.

Станок включает следующие узлы (рис. 75): основание 1, клеевой бачок 2 с клеем-расплавом, прижимную траверсу 3, поддерживающее устройство 4, шлифовальную головку 5, головку для смягчения граней 6, головку фрезерно-фасочную 7, головку 8 для снятия переднего свеса, головку 9 для снятия заднего свеса, блок обкатки 10, магазин 11, пульт управления 12, подающий конвейер 13.

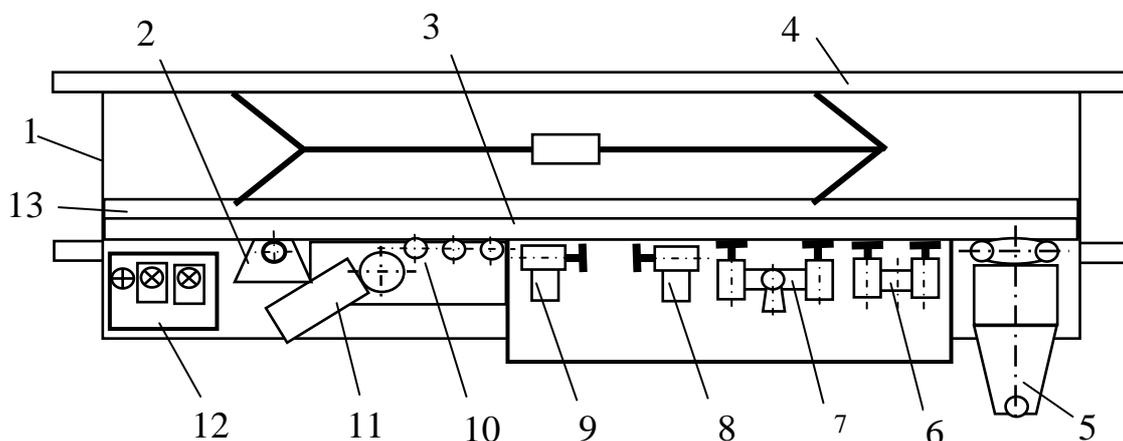


Рис. 75. Схема облицовочной линии типа МОК

Поданный в станок щит движется по конвейеру подачи, прижатый сверху траверсой с подпружиненными роликами. По мере движения щита на его кромку наносится клей-расплав, из магазина извлекается облицовка, прижимается блоком обкатки к кромке щита и приклеивается. Затем срезаются передние и задние, левые и правые свесы, формируются фаски, и кромка шлифуется.

В стране эксплуатируются следующие линии отечественных производителей: МОК-2, МОК-4 – для облицовывания прямых кромок щитовых элементов мебели прямоугольной формы синтетическим рулонным материалом, строганым или лущеным шпоном с применением клея-расплава; МОК-3 – для облицовывания синтетическим шпоном; МОК-5 – для облицовывания прямых плоских и профильных в сечении кромок; МОК-6 – для облицовывания прямолинейных кромок щитов рейкой из массивной древесины с применением клея-расплава. Технические характеристики некоторых станков приведены в табл.12.

Линии типа МФК. Линии предназначены для форматной обрезки щитов с облицованными пластинами и двустороннего обклеи-

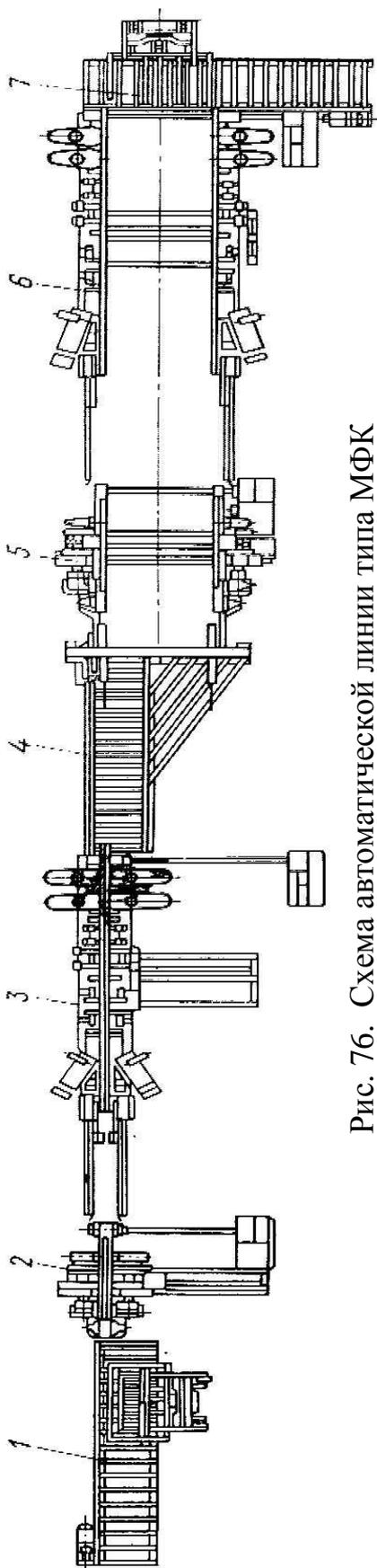


Рис. 76. Схема автоматической линии типа МФК

вания кромок натуральным или синтетическим шпоном, бумажнослоистым пластиком или деревянными рейками. Линия включает (рис. 76) питатель 1, станки для обрезки кромок 2 и 5, машины для облицовывания кромок 3 и 6, конвейер с поворотным устройством 4, укладчик 7.

Обрезной станок включает две конвейерные цепи с роликовыми прижимами и, расположенные с двух сторон станка суппорты с пильными и фрезерными головками. Для предотвращения на поверхности щитов сколов каждую кромку опиливают двумя пилами.

При этом при попутном пилении нижняя пила прорезает пласт на 2...3 мм, а верхняя пила формирует весь пропил. Плоскости пил должны совпадать. На нижней пильной головке закреплены также фрезы, которые отпиливаемую рейку превращают в стружку. С обрезного станка щиты поступают на промежуточный конвейер, который подает их на облицовочную машину.

Линия МФК работает следующим образом. Пакет щитов, облицованных по пласти, ставят на роликовый конвейер питателя, а затем закатывают его на подъемный стол питателя. Стол поднимает пакет до уровня загрузки верхнего щита.

Технические характеристики односторонних облицовочных станков

Параметры	Модели станков				
	МОК-2	МОК-3	МОК-4	МОК-5	МОК-6
Размеры обрабатываемых щитов, мм:					
длина . . .	300...2000	300...2000	300...2000	300...2500	260...2500
ширина . .	70...1200	100...850	10...850	60...900	85...900
толщина . .	10...40	8...25	8...32	10...40	8...36
Толщина облицовочного материала, мм	0,3...1	0,3...1	0,25...1	0,2...0,4	6...12
Скорость подачи, м/мин	12...36	12...36	12...36	8...30 (8...18)	8...24
Установленная мощность, кВт	14,83	10,74	15,61	21,55	20
Габариты, мм:					
длина . .	5700	7000	6490	8690	8000
ширина .	2100	2500	2330	3000	2700
высота .	1300	1350	1340	2200	1500
Масса, кг	2850	3620	4500	5500	5000
Примечания. 1. В скобках – для обработки профильных кромок. 2. При использовании рулонного кромоного материала максимальный наружный диаметр рулона равен 350...500 мм, внутренний диаметр – 35...100 мм, ширина – 15...36 мм. 3. Обслуживающий персонал – 2 человека.					

Упором, приводимым от пневмоцилиндра, верхний щит подают в линию. При этом щит скользит продольной кромкой по направляющей линейке, которая проходит между свесами облицовок. Происходит базирование щита относительно пил обрезного станка. Когда щит окажется на цепном конвейере под прижимами обрезного станка, толкатель питателя возвращается в исходное положение, и процесс подачи следующей заготовки повторяется. Заготовки подаются на конвейер линии с межторцовыми разрывами, равными 500 мм.

В станке для обрезки кромок щит надвигается на пилы цепными конвейерами. Происходит обрезка кромок и измельчение реек в стружку.

При движении щита в облицовочной машине на его кромки клеенаносящим вальцом наносится расплавленный клей. Затем полоска облицовки захватывается игольчатым роликом и выдается из

магазина под приводной прижимной валец. Проходя под прижимными вальцами, клей отверждается, и облицовка приклеивается.

Пильные головки некоторое время перемещаются синхронно со щитом и опиливают передний и задний свесы. Верхний и нижний свесы удаляются фрезерными головками. Фрезерные головки жестко связаны с копирами, скользящими по пластям щита. Затем цилиндрические фрезы формируют фаски. Для этого оси головок наклонены под углом 10...40°. Эти головки тоже связаны с копирами, которые обеспечивают получение одинаковых фасок.

Шлифуют кромки последовательно двумя шлифовальными ленточными устройствами, оснащенными шкуркой с разными номерами зернистости. Шкурка перемещается встречно по отношению к движению щита и совершает поперечное осциллирующее движение.

После шлифования кромок щит передается цепным конвейером на конвейер поворотного устройства. Скорость подачи на этом конвейере в 1,5 раза больше, в результате чего межторцовые разрывы между щитами значительно увеличиваются. В конце конвейера скорость щита гасится специальным демпфирующим устройством. Левый передний угол щита сверху и снизу зажимается в центрах, вокруг которых щит поворачивается. Поворот осуществляется рычагом с выдвигающимся толкателем. Толкатель разворачивается вокруг оси щита на 90° и убирается, а рычаг возвращается в исходное положение.

Повернутый щит подается на конвейер второго обрезного станка, а затем на конвейер второго облицовочного станка. Облицованный щит поступает на стол укладчика, где формируется стопа щитовых деталей.

На российских предприятиях используются следующие модели линий: МФК-1, МФК-2, МФК-3 и МФК-4. Линию МФК-1 применяют для облицовывания щитов шпоном и деревянными рейками. Остальные модели линий используют для облицовывания шпоном и рулонным материалом.

Линии МФК-3, МФК-4 имеют устройство для выборки четверти, линия МФК-4 оборудована микропроцессором (табл. 13).

Технические характеристики линий типа МФК

Показатели	Модели линий			
	МФК-1	МФК-2	МФК-3	МФК-4
Размеры обрабатываемых щитов, мм:				
длина	350...200	350...200	150...200	340...250
	0	0	0	0
ширина	220...850	270...850	270...850	250...900
толщина	10...52	8...25	8...25	8...40
Условная часовая производительность, кромки/ч	550	1284	1284	1728
Скорость подачи щита, м/мин	8...24	12...50	12...50	10...50
Толщина облицовок, мм	0,3...10	0,3...1,0	0,3...1,0	0,3...1,0
Габаритные размеры, мм:				
длина	31810	37690	31865	37690
ширина	5300	7200	7200	7200
высота	1600	2200	2200	2200
Масса, кг	8250	-	41100	47000

12.8. Оборудование для обработки мебельных фасадов

При обработки мебельных фасадов широко применяются два способа: софтформинг и постформинг (рис. 77).

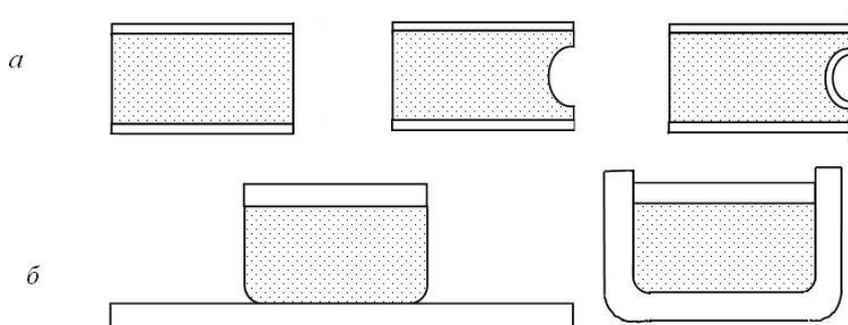


Рис. 77. Способы облицовывания профильных кромок:
а – софтформование; *б* – постформование

Софтформинг – это технология облицовывания профильных кромок щита ДСтП, МДФ с ламинированными пластинами, при которой сначала фрезеруют профильную поверхность кромки, а затем наклеивают на нее облицовку, удаляют свесы и облагораживают фаски.

Прижимают облицовку к кромке роликовым блоком, в котором ролики копируют отдельные участки профиля или имеют контропрофиль кромки. Для каждого вида профиля ролики перенастраиваются или применяются отдельные блоки.

Клей наносится на кромку щита и до накатывания облицовки подсушивается инфракрасными нагревателями. Если используется кромочный материал с нанесенным ранее клеем, то перед прикаткой его активируют струей горячего воздуха (рис. 78).

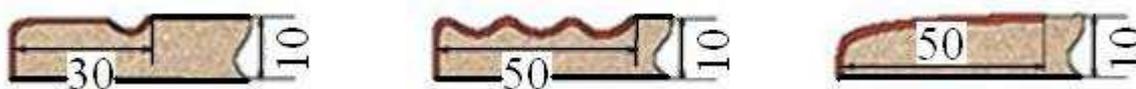


Рис. 78. Примеры мебельных дверок софтформинг

Постформинг - это технология облицовывания плит ДСтП, МДФ при обработке деталей фасадов мебели. Постформинг (postforming от латинского post – после) означает: прежде облицовывается декоративным слоистым пластиком плоская поверхность детали, а затем оставшимися кромками оклеиваются профильные поверхности (рис. 78,б). Для этого постформинг-материал смазывают клеем или активируют струей горячего воздуха и загибают, прикатывая к профильной поверхности.

Декоративный слоистый пластик высокого давления – это листовая материал, состоящий из нескольких слоев целлюлозы и декоративной бумаги пропитанных двумя видами смол. Далее эти листы соединяются вместе под действием тепла и высокого давления. Декоративно слоистый пластик обладает высокой износостойкостью, хорошо переносит механические нагрузки, перепады влажности, стоек к химическим веществам и высокой температуре.

Загиб облицовочного материала осуществляют на машине с непрерывным движением заготовки с использованием роликового блока, в котором образующие роликов выставлены по винтовой линии и плавно переходят от одной пласти щита к другой. Для приклеивания облицовок к прямолинейным и криволинейным кромкам мебельных щитов используются машины модели МОН-2 и Сингл 89. Технические характеристики машин приведены в табл. 14.

Технические характеристики станков для облицовки кромок щитов

Параметры станков	Модели	
	МОН-2	“Сингл 89”
Размеры обрабатываемых щитов, мм:		
длина	250...1300	280 и более
ширина	25...800	-
толщина	8...60	10...60
Наименьший радиус закругления кромки, м	25	50
Толщина кромочного материала, мм . . .	0,25...1,0	0,4...0,5
Скорость подачи, м/мин.	3...6	4...12
Температура подогретого воздуха, °С. . .	250...400	-
Габариты, мм:		
длина	1443	900
ширина	1087	1300
высота	1098	1200
Масса, кг	215	350

12.9. Оборудование для формирования кромок щитов методом складывания

Сущность метода складывания заключается в том, что в щитовой детали с облицованными пластинами вырезают на пласти один или несколько клиновидных пазов, не перерезая при этом одну из облицовок, а затем надрезанные части, сгибая, складывают и склеивают. Кромка щита формируется из облицованной пластины и не нуждается в последующей облицовке. Методом складывания можно сформировать кромки невыступающие, толщина которых равна толщине щита, и кромки утолщенные. Некоторые варианты формирования кромок приведены на рис. 79. Угол раствора клиновых пазов зависит от формы складываемых кромок.

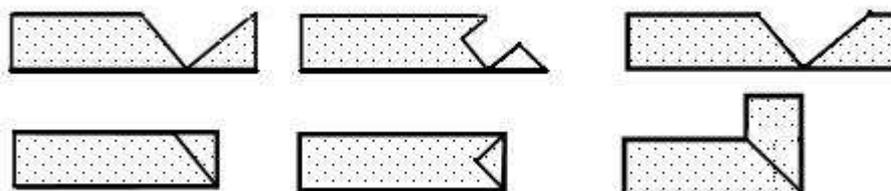


Рис. 79. Варианты формирования кромок щитов методом складывания

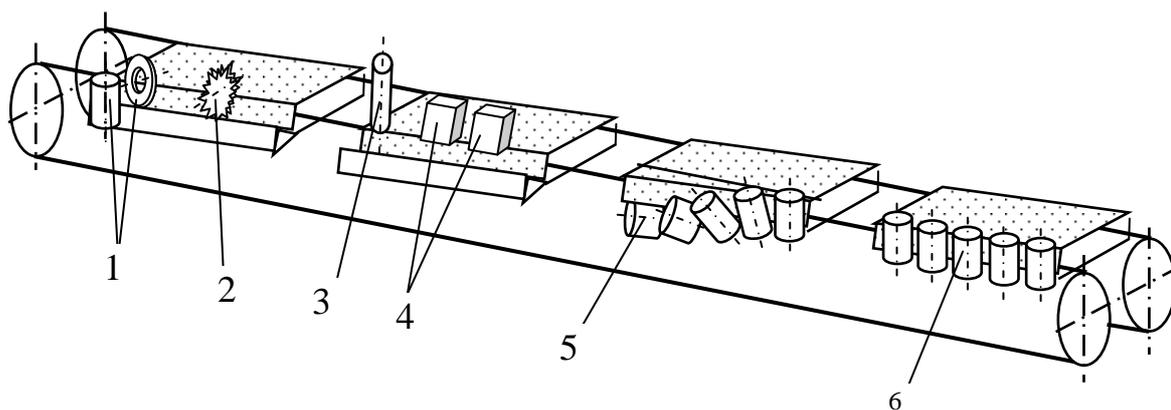


Рис. 80. Схема машины для складывания кромок щитов

Для складывания кромок щитов разработаны машины, изготавливаемые на базе унифицированных узлов кромкооблицовочных машин (рис. 80). Машины могут быть с односторонним или двусторонним складыванием кромок.

Машина включает конвейер для транспортирования щитов, фрезерные суппорты 1 для обработки кромки и формирования пазов, щеточный суппорт 2 для очистки пазов от пыли, сопло 3 для отсасывания пыли, клеенаносящие устройства 4, роликовые блоки 5 для складывания и 6 для прессования в процессе приклеивания кромки.

На схеме машины показано два клеенаносящих устройства 4. Первое устройство служит для подачи клея-расплава, а второе – поливинилацетатного клея. Клеи наносятся поочередно небольшими участками. При этом клей-расплав быстро соединяет складываемые поверхности.

Устройство для складывания кромок состоит из набора стальных цилиндрических роликов. Их образующие расположены по винтовой линии.

Работает станок следующим образом. Щитовую заготовку кладут на конвейер. При ее движении на пласти фрезами выбираются один или несколько клиновых пазов. Далее поверхность пазов очищается щетками от пыли, и пыль отсасывается соплами. Наносится клей. Складывающие ролики заворачивают кромку, а расположенные за ними прессующие ролики прижимают ее, создавая необходимое давление для склеивания. Готовая деталь снимается с линии и передается для дальнейшей обработки.

Контрольные вопросы и задания

1. Назовите виды облицовочных материалов для кромок щитовых деталей мебели.
2. Назовите модели (марки) линий для облицовывания деталей по кромке.
3. Поясните сущность способов софтформования и постформования. Когда они применяются?
4. Приведите перечень технологических операций при формировании кромок щитов методом складывания.

ЧАСТЬ IV

Оборудование для склеивания деталей из измельченной древесины

13. Смесительные машины

13.1. Классификация смесителей

Смесительные машины предназначены для перемешивания измельченных древесных частиц со связующим и другими добавками.

Смесительные машины по способу загрузки и получения готовой смеси делят на два вида: машины периодического и непрерывного действия. На предприятиях широкое применение получили смесители непрерывного действия.

При классификации смесительные машины делят на типы, классы, подклассы, группы и подгруппы.

Тип смесительной машины определяется скоростью перемещения древесных частиц в смесительной камере, что позволяет судить о производительности смесителя.

При осмолении древесные частицы должны перемещаться относительно друг друга для того, чтобы связующее могло доходить до их поверхностей и равномерно покрывать их. При перемещении частиц вращающимся лопастным валом можно выделить случай, когда центробежная сила, действующая на древесную частицу, равна силе тяжести этой частицы. Частота вращения лопастного вала в этом случае называется критической частотой. Это условие можно описать следующим уравнением:

$$mg = \frac{mV^2}{r}, \quad (49)$$

где m – масса древесной частицы, кг;
 g – ускорение свободного падения, м/с²;
 V – окружная скорость движения частицы, м/с;
 r – радиус лопастей вала, м.

Выразив окружную скорость движения древесной частицы через критическую частоту $n_{кр}$, получим

$$n_{кр} = \frac{42,3}{\sqrt{D}}, \quad (50)$$

где D – диаметр окружности, описываемой лопастями вала, м.

При классификации смесительные машины по отношению к критической частоте вращения лопастного вала делят на типы: тихоходные смесители, среднескоростные и быстроходные. Для тихоходных машин рабочая частота вращения лопастного вала $n \leq n_{кр}$. Перемешиваемые частицы всегда находятся в нижней части смесительной камеры. В среднескоростных смесителях рабочая частота вращения лопастного вала $n_{кр} < n < 5n_{кр}$. Древесные частицы под действием центробежных сил всегда находятся в разрыхленном состоянии. В быстроходных смесителях частота вращения лопастного вала $n > 5n_{кр}$. Древесные частицы в них под действием центробежных сил распределяются в стружечное кольцо, вращающееся в цилиндрическом барабане. Кольцо стружек под действием центробежных сил прижато к стенкам барабана и из-за трения имеет пониженную частоту вращения.

Качество осмоления древесных частиц зависит от однородности их фракционного состава. Известно, что мелкие древесные частицы, обладающие большей суммарной поверхностью, чем крупные при одинаковом объеме, в большей степени впитывают влагу. Поэтому, если в смесительной камере окажутся мелкие и крупные частицы, то последние будут не проклеены. Учитывая сказанное, некоторые смесители снабжаются устройством для фракционирования частиц, которое значительно усложняет конструкцию смесителя. Таким образом, по возможности фракционирования смесительные машины делятся на два класса: без фракционирования и с фракционированием.

Подклассы машин определяются конструктивным признаком, позволяющим судить о направлении движения стружек в машине и

занимаемой смесителем производственной площади. Все смесители могут быть двух подклассов: горизонтальные и вертикальные.

Группу смесительных машин можно отличать по конструкции перемешивающего органа. По этому признаку можно выделить смесители лопастные, гравитационные, с центрифугой, с игольчатым валцом, пневматические.

Подгруппа машин определяется по способу подачи связующего в смесительный барабан: пневматическим или безвоздушным распылением, наливом, центробежным или внешним распылением.

13.2. Конструкции быстроходных смесителей

Для осмоления древесных частиц наибольшее распространение в современных условиях получили быстроходные смесительные машины без фракционирования горизонтальные лопастные. Быстроходные смесители применяются на практике с 1967 года. Конструктивно выполняются они по схеме, приведенной на рис. 81. Смеситель включает цилиндрический корпус 1 с крышкой, рубашку 2 для охлаждения корпуса холодной водой, загрузочный 7 и разгрузочный 3 патрубки. Для осмоления древесных частиц наибольшее распространение в современных условиях получили быстроходные смесительные машины без фракционирования горизонтальные лопастные. Быстроходные смесители применяются на практике с 1967 года. Конструктивно выполняются они по схеме, приведенной на рис. 81. Смеситель включает цилиндрический корпус 1 с крышкой, рубашку 2 для охлаждения корпуса холодной водой, загрузочный 7 и разгрузочный 3 патрубки.

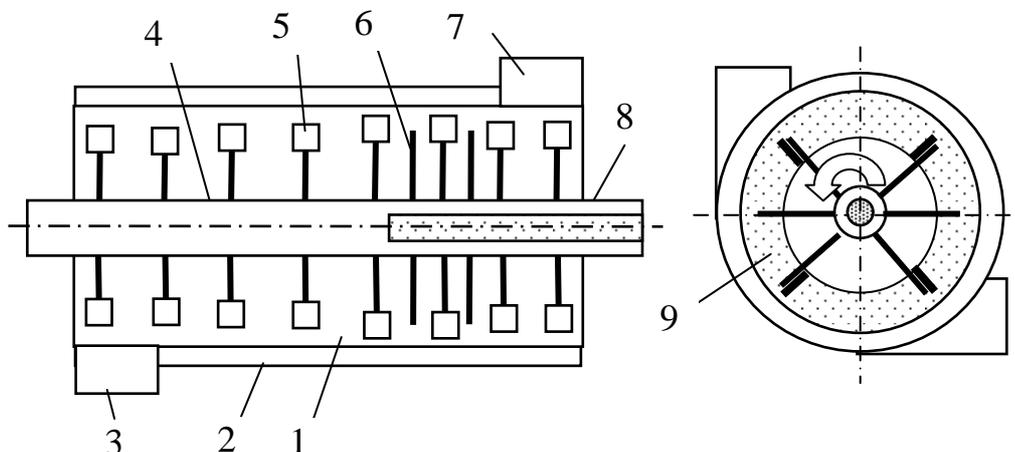


Рис. 81. Схема быстроходного смесителя

Внутри корпуса соосно ему расположен вал 4 с лопастями 5 и соплами 6. Вал смонтирован в подшипниковых опорах и соединен клиноременной передачей с электродвигателем. Вал выполнен полым. Его полость 8 соединена с соплами 6, и в нее подается связующее под давлением 0,05...0,1 МПа.

Внутренний диаметр корпуса смесителя равен 400...1000 мм, частота вращения лопастного вала 700...1600 мин⁻¹.

При работе смесителя древесные частицы дозированно загружаются через загрузочный патрубок в корпус. Вращающиеся лопасти отбрасывают древесные частицы к стенкам и формируют вокруг него вращающееся стружечное кольцо 9. Лопасти, установленные с поворотом в сторону разгрузочного патрубка, вращая, перемещают стружечное кольцо к выходу.

Частицы проходят в корпусе три зоны: загрузки, облива связующим и интенсивного перемешивания, выгрузки. В первой зоне формируется стружечное кольцо. Во второй зоне через сопла под действием центробежных сил распыляется связующее, капельки которого при дальнейшем перемешивании размазываются по поверхностям частиц. В третьей зоне готовая смесь выгружается через разгрузочный патрубок.

В описанном смесителе связующее подается к древесным частицам центробежным способом **изнутри** стружечного кольца. Так выполнен отечественный смеситель модели ДСМ-5. При такой схеме подачи связующего стружечное кольцо и сопла вращаются в одну сторону. Скорость атаки капелек связующего с древесными частицами достигает 5...10 м/с.

В 1971-1972 г.г. фирмы ФРГ “Шнитслер” и “Драйс” разработали способ ввода связующего **из вне** стружечного кольца (рис. 82). В этом случае необходимое количество сопел крепят на стенке корпуса в ряд по его длине.

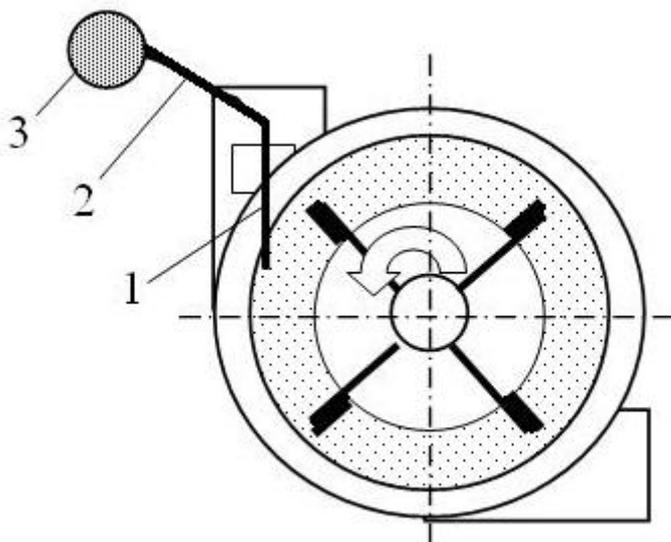


Рис. 82. Схема ввода связующего извне стружечного кольца

При вводе связующего извне стружечного кольца скорость атаки капелек связующего с древесными час-

тицами увеличилась до 15...20 м/с. Качество стружечно-клеевой смеси стало лучше. В настоящее время по этой схеме выпускаются отечественные смесители моделей ДСМ-7 и ДСМ-8, выполненные на базе узлов смесителя ДСМ-5.

Корпус смесителя. В смесителях капельки распыленного связующего попадают на внутренние стенки корпуса и образуют на них сплошную пленку. Клеевая пленка со временем затвердевает, растет по толщине и превращается в корку, которая может разрушиться и попасть в стружечно-клеевую смесь. Для удаления клеевой корки смеситель останавливают на чистку.

Для борьбы с коркообразованием корпус быстроходного смесителя обязательно снабжают рубашкой, т.е. двойной стенкой, в которую под давлением 0,05...0,2 МПа нагнетается холодная вода с температурой на входе около 12°C.

Корпус смесителя представляет собой цилиндрический барабан с крышкой. Стенки корпуса выполнены из нержавеющей стали. Для уменьшения трения древесных частиц о стенки корпуса и предотвращения коркообразования внутренние поверхности корпуса покрывают слоем износостойкой пластмассы, к которой не прилипает связующее. Для этого используют полипропилен, полиэтилен, тетрафторэтилен.

По краям корпуса расположены загрузочный и разгрузочный патрубки с подпорной заслонкой.

Сопла. Сопло предназначено для подачи раствора связующего в корпус смесителя. Оно представляет собой трубу с внутренним диаметром 5...10 мм. Выходное отверстие сопла должно быть повернуто так, чтобы древесные частицы не забивали его и связующее не попадало бы на стенки корпуса. Сопло может быть с загнутым концом. Расстояние между выступающими концами сопел и внутренней поверхностью корпуса примерно равно 8 мм.

Лопастни смесителя. Лопастни смесителя предназначены для создания стружечного кольца, транспортирования его вдоль корпуса, регулирования окружной и осевой скоростей и толщины стружечного кольца, регулирования времени пребывания древесных частиц в корпусе и для выгрузки их из смесителя. Каждой зоне смесителя соответствует свой тип лопастей. Рабочий элемент лопасти, закрепленный на

стержне, по форме может быть выполнен в виде плоской прямоугольной, серповидной, круглой или другой формы пластины.

Количество, шаг лопастей и их форма в каждой зоне выбираются по-разному с учетом их функций в данной зоне. Расстояние от наиболее выступающих точек лопастей до внутренней поверхности корпуса назначается примерно так: в зоне загрузки 5 мм, в зоне распыления связующего и перемешивания 8 мм и в зоне выгрузки 15 мм.

Для обеспечения продольного перемещения стружечного кольца рабочие поверхности лопастей должны быть повернуты по отношению к продольной оси вала под углом 0...45° в сторону разгрузочного патрубка. В зоне перемешивания для торможения продольного движения и увеличения толщины стружечного кольца некоторые лопасти поворачивают в обратную сторону.

Вал. Вал смесителя выполняется полым. На его наружной поверхности приварены пластики для крепления лопастей и сопел. Полость вала может быть сквозной и предназначена для подачи через нее охлаждающей воды. В смесителях с центробежным способом распыления связующего в полости вала установлена перегородка. В этом случае через полость вала к соплам поступает связующее.

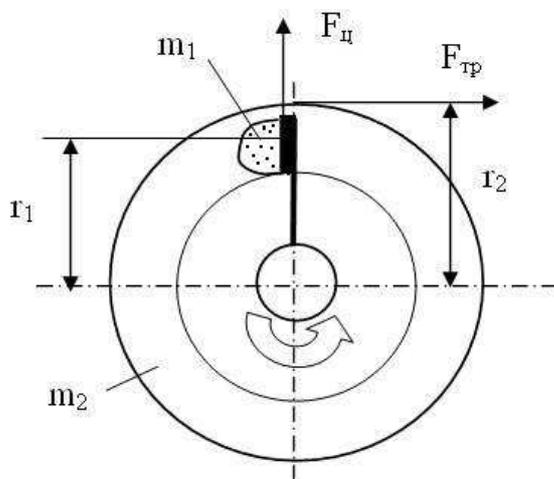
Вал установлен на шарикоподшипниковых опорах. После сборки лопастной вал должен быть статически сбалансирован.

Технические характеристики быстроходных смесителей

	ДСМ-7	ДСМ-8
Производительность, кг/ч:		
стружка	2000...16000	1000...8000
мелкая фракция	-	1000...6000
Размеры смесительного барабана, мм:		
длина	2500	2000
внутренний диаметр	600	500
Количество лопастей, шт.	-	16
Количество сопел, шт.	12	24
Расход охлаждающей воды, л/ч	3000	700
Частота вращения лопастного вала, мин ⁻¹	875	980
Установленная мощность, кВт . . .	55	40,6
Габаритные размеры, мм	3800×1360×2740	3740×2813×1485
Масса, кг	3650	3200

13.3. Расчет быстроходного смесителя

При работе смесителя лопасти захватывают древесные частицы массой m_1 и сообщают им кинетическую энергию T_1 (рис. 83):



$$T_1 = 0,5I_1\omega_1^2 = 0,5m_1r_1^2\omega_1^2z, \quad (51)$$

где I – момент инерции относительно оси вращения;

ω_1 – угловая скорость вращения, c^{-1} ; $\omega_1 = \pi n/30$;

m_1 – масса частиц, кг;

r_1 – радиус лопастей, м;

z – количество лопастей, шт.

Рис. 83. Схема к расчету смесителя

Кинетическая энергия T_1 рас-

ходуется на сообщение стружечному кольцу массой m_2 , кг, кинетической энергии T_2 и на преодоление работы трения стружек о стенки корпуса $T_{тр}$:

$$T_1 = T_2 + T_{тр}, \quad (52)$$

$$T_2 = 0,5m_2r_2^2\omega_2^2, \quad (53)$$

$$T_{тр} = \pi Dm_2\omega_2^2r_2\mu, \quad (54)$$

где D и r – соответственно диаметр и радиус смесительного барабана, м;

μ – коэффициент трения скольжения стружечного кольца по стенке барабана;

ω_2 – угловая скорость стружечного кольца, c^{-1} .

Решая (52) относительно ω_2 , получим

$$\omega_2 = \frac{r_1\omega_1}{r_2} \sqrt{\frac{m_1z}{m_2(1+4\pi\mu)}}. \quad (55)$$

Осевая скорость движения стружечного кольца $V_{ос}$, м/с:

$$V_{ос} = 0,5V \sin 2\alpha, \quad (56)$$

где V – окружная скорость движения стружечного кольца, м/с;

α – угол между продольной осью вала и рабочей поверхностью лопасти, град.

Производительность смесителя Π , кг/ч:

$$\Pi = 3600m_2V_{ос}. \quad (57)$$

Мощность на лопадном валу P , кВт:

$$P = \frac{r_1^2 \omega_1^3}{2000} (m_{1;1} z_1 + m_{1;2} z_2 + m_{1;3} z_3), \quad (58)$$

где $m_{1;1}$, $m_{1;2}$, $m_{1;3}$ – масса древесных частиц, захватываемая лопастью соответственно в зонах 1, 2 и 3, кг; z_1 , z_2 , z_3 – количество лопастей в соответствующих зонах.

Пример. Рассчитать производительность и мощность на приводном валу смесителя, имеющего следующие параметры: внутренний диаметр смесительного барабана $D = 300$ мм, длина барабана $L = 1250$ мм, наружный диаметр лопадного вала $d = 96$ мм, количество лопастей $z = 30$ шт, в том числе: в зоне загрузки $z_1 = 4$; в зоне распыления связующего $z_2 = 12$; в зоне перемешивания и выгрузки $z_3 = 14$. Размеры лопастей, мм: загрузочных - 100×50 ; в зоне распыления связующего 30×50 ; перемешивающих 80×50 . Угол поворота лопастей относительно оси вала: в первой зоне – 45° ; 30° ; 20° ; 10° ; во второй зоне - 10° и в третьей зоне - $0^\circ \dots 10^\circ$. Частота вращения лопадного вала $n = 1500$ мин⁻¹.

Решение. Объем смесительного барабана, м³:

$$U = \frac{\pi L}{4} (D^2 - \phi d^2), \quad (59)$$

где ϕ – коэффициент, учитывающий объем лопастей в долях от объема вала.

$$U = \frac{3,14 \cdot 1,25}{4} (0,3^2 - 1,2 \cdot 0,096^2) = 0,076 \text{ м}^3.$$

Объем смеси в барабане смесителя, м³:

$$U_{\text{см}} = kU, \quad (60)$$

где k – коэффициент заполнения смесительного барабана. По данным ВНИИДрев оптимальное значение $k = 0,57$. Объем смеси в барабане

$$U_{\text{см}} = 0,57 \cdot 0,076 = 0,043 \text{ м}^3.$$

Внутренний диаметр стружечного кольца $D_{\text{вн}}$, м:

$$D_{\text{вн}} = \sqrt{D^2 - \frac{4U_{\text{см}}}{\pi L}}. \quad (61)$$

$$D_{\text{вн}} = \sqrt{0,3^2 - \frac{4 \cdot 0,043}{3,14 \cdot 1,25}} = 0,215 \text{ м}.$$

Толщина стружечного кольца $h_{\text{ск}}$, м:

$$h_{\text{ск}} = (D - D_{\text{вн}}) / 2. \quad (62)$$

$$h_{\text{ск}} = (0,3 - 0,215) / 2 = 0,043 \text{ м.}$$

Принимаем, что все лопасти отступают от стенок барабана на 5 мм. Находим величину погружения лопастей в стружечное кольцо l , мм:

$$l = (D_{\text{л}} - D_{\text{вн}}) / 2, \quad (63)$$

где $D_{\text{л}}$ – диаметр окружности, описываемой наружными кромками лопастей, мм.

$$l = (290 - 215) / 2 = 38 \text{ мм.}$$

Поскольку лопасти вращаются быстрее стружечного кольца, то можно считать, что они захватывают древесные частицы всей своей длиной 50 мм. Находим радиус центра тяжести рабочей площадки лопастей :

$$r_1 = 150 - 5 - 25 = 120 \text{ мм.}$$

Окружная скорость вращения лопастей $V_{\text{л}}$, м/с:

$$V_{\text{л}} = \frac{2\pi r_1 n}{60000}. \quad (64)$$

$$V_{\text{л}} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 120 \cdot 1500}{60000} = 18,84 \text{ м/с.}$$

Угловая скорость вращения лопастного вала ω_1 , с^{-1} :

$$\omega_1 = \frac{3,14 \cdot 1500}{30} = 157 \text{ с}^{-1}.$$

Принимаем, что лопасть захватывает столбик древесных частиц высотой, равной ее наименьшей стороне. Находим массу древесных частиц, захватываемых лопастью, m_1 , кг:

$$m_1 = abc\rho \cos \alpha, \quad (65)$$

где a, b, c – соответственно длина, ширина лопасти и высота столбика частиц, м;

ρ - плотность древесных частиц, $\rho = 180 \text{ кг/м}^3$;

α - угол поворота лопаток.

Значения m_1 находим по зонам смесителя:

для зоны загрузки

$$m_{1,1} = 0,1 \cdot 0,05 \cdot 0,05 \cdot 180 \cos\left(\frac{45 + 30 + 20 + 10}{4}\right) = 0,04 \text{ кг;}$$

для зоны распыления связующего

$$m_{1; 2} = 0,03 \cdot 0,05 \cdot 0,03 \cdot 180 \cos 10 = 0,0077 \text{ кг};$$

для зоны перемешивания и выгрузки:

$$m_{1; 3} = 0,05 \cdot 0,08 \cdot 0,05 \cdot 180 \cos 5 = 0,036 \text{ кг}.$$

Масса стружечного кольца m_2 , кг:

$$m_2 = U_{\text{см}} \rho. \quad (66)$$

$$m_2 = 0,043 \cdot 180 = 7,74 \text{ кг}.$$

Угловая скорость вращения стружечного кольца по формуле (55):

для первой зоны

$$\omega_{2; 1} = \frac{120 \cdot 157}{(150 - 21)} \sqrt{\frac{0,04 \cdot 4}{7,74(1 + 4 \cdot 3,14 \cdot 0,4)}} = 8,37, \text{ с}^{-1};$$

для второй зоны

$$\omega_{2; 2} = \frac{120 \cdot 157}{(150 - 21)} \sqrt{\frac{0,0077 \cdot 12}{7,74(1 + 4 \cdot 3,14 \cdot 0,4)}} = 6,36, \text{ с}^{-1};$$

для третьей зоны

$$\omega_{2; 3} = \frac{120 \cdot 157}{(150 - 21)} \sqrt{\frac{0,036 \cdot 14}{7,74(1 + 4 \cdot 3,14 \cdot 0,4)}} = 14,85, \text{ с}^{-1}.$$

Окружная скорость вращения стружечного кольца V , м/с:

$$V = \omega_2 (D + D_{\text{вн}}) / 2. \quad (67)$$

Для первой зоны $V_1 = 8,37(0,3 + 0,215) / 2 = 2,16 \text{ м/с};$

для второй зоны $V_2 = 6,36(0,3 + 0,215) / 2 = 1,64 \text{ м/с};$

для третьей зоны $V_3 = 14,85(0,3 + 0,215) / 2 = 3,82 \text{ м/с}.$

Критическая окружная скорость вращения стружечного кольца $V_{\text{кр}}$, м/с:

$$V_{\text{кр}} = \sqrt{gr_{\text{ср}}}. \quad (68)$$

$$V_{\text{кр}} = \sqrt{9,81 \cdot (0,3 + 0,215) / 2} = 1,59 \text{ м/с}.$$

Сравнивая скорости вращения стружечного кольца в различных зонах с критической скоростью, отметим: скорость вращения древесных частиц во всех зонах больше критической. Это значит, что во всех зонах формируется стружечное кольцо.

Осевая скорость перемещения стружечного кольца по формуле: $V_{\text{ос}} = 0,5V_3 \sin 2\alpha = 0,5 \cdot 3,82 \sin(2 \cdot 5) = 0,33 \text{ м/с}.$

Производительность смесителя при открытой заслонке на разгрузочном патрубке по формуле:

$$\Pi = 3600m_2V_{oc} = 3600 \cdot 7,74 \cdot 0,33 = 9195 \text{ кг/ч.}$$

При открытой заслонке древесные частицы находятся в барабанах смесителя около 6 с. Хорошее проклеивание частиц получается при времени их пребывания в смесителе 20...25 с. Для этого включают в работу тормозную заслонку, которая должна в 4 раза дольше удерживать частицы в смесителе. Тогда производительность смесителя при включенной тормозной заслонке $\Pi = 9195/4 = 2299 \text{ кг/ч.}$

Мощность на валу лопастного вала:

$$P = \frac{r_1^2 \omega_1^3}{2000} (m_{1;1}z_1 + m_{1;2}z_2 + m_{1;3}z_3) =$$

$$= \frac{0,12^2 \cdot 157^3}{2000} (0,04 \cdot 4 + 0,0077 \cdot 12 + 0,036 \cdot 14) = 21,1 \text{ кВт.}$$

Заключение

Эта книга включает четыре части. В первой из них изложены краткие сведения о применяемых в деревообрабатывающей промышленности связующих и клеях. Здесь же рассмотрено оборудование для приготовления и нанесения связующих и клеев на склеиваемые поверхности. Показано, что из большого разнообразия известных конструкций клееприготовительных установок в отечественной практике применяются установки периодического действия моделей КМ40–1, КМ75–1 и непрерывного действия модели ДКС–1.

Для нанесения клея на горизонтальные плоскости часто применяют вальцовые станки моделей КВ2–1...КВ28–1. Станки экструзионные и наливные находятся пока в стадии изучения.

Трудно решается проблема механизированного нанесения клея на вертикальные и профильные поверхности.

Во второй части рассмотрена тема нагрева клеевых слоев. Нагревание клеевых слоев ускоряет процесс склеивания и позволяет выполнять технологические операции на автоматических линиях.

Проанализировав различные способы нагрева клеевых слоев при склеивании заготовок из массивной древесины, в книге указывается на перспективность нагрева токами промышленной частоты. Подходы

к решению этой задачи найдены, но реально действующая промышленная установка пока не создана.

В третьей части рассмотрено современное клеильно-сборочное оборудование для сращивания пиломатериалов по сечению, для сборки рамок, облицовки щитовых деталей мебели.

В четвертой части рассмотрено оборудование для склеивания деталей из измельченной древесины.

Учебное пособие позволит студентам на более высоком уровне представить и освоить процессы прессования и склеивания, успешно выполнять курсовые и дипломные проекты.

Библиографический список

1. **Баженов В.А., Карасев Е.И., Мерсов Е.Д.** Технология и оборудование производства древесных плит и пластиков. М.: Лесн. пром-сть, 1980.-360 с.
2. **ГОСТ 15813-72.** Древесина клееная слоистая. Технология производства.
3. **Мурзин В.С.** Клеи и процесс склеивания древесины. Воронеж: Воронеж. лесотехн. ин-т, 1993.- 89 с.
4. **ГОСТ 14231-88.** Смолы карбамидоформальдегидные. Технические условия.
5. **Куликов В.А., Чубов А.Б.** Технология клееных материалов и плит. М.: Лесн. пром-сть, 1984.-344 с.
6. **Ковальчук Л.М.** Производство деревянных клееных конструкций. М.: Лесн. пром-сть, 1987.-248 с.
7. **Тупицын Ю.С., Мирошниченко С.Н., Ноткин М.М.** Процессы и оборудование для отделки древесных плитных материалов. М.: Лесн. пром-сть, 1983. - 256 с.
8. **Свенчанский А.Д.** Низкотемпературный электронагрев. М.: Энергия, 1978. – 208 с.
9. **Жуков В.П.** Технология склеивания древесины. Воронеж: ВГУ, 1981. – 80 с.
10. **Волынский В.Н.** Технология клееных материалов: Учебное пособие для вузов. Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2003. 280 с.

Оглавление

Введение	3
Часть I. Оборудование для приготовления и нанесения связующих и клеев	4
1. Связующие и клеи	4
1.1. Основные понятия и определения	4
1.2. Глютиновые клеи	7
1.3. Казеиновые клеи	9
1.4. Альбуминовые клеи	10
1.5. Синтетические клеи	10
1.6. Каучуковые клеи	15
1.7. Клеи-расплавы	15
1.8. Пленочные клеи	16
2. Установки для приготовления клея	17
2.1. Общие сведения	17
2.2. Клееприготовительные установки периодического действия	19
2.3. Клееприготовительные установки непрерывного действия	24
3. Клеенаносящие машины	27
3.1. Расход клея при склеивании	27
3.2. Классификация клеенаносящих машин	29
3.3. Машины для нанесения клея на горизонтальные плоскости	31
3.4. Устройства для нанесения клея на вертикальные плоскости	40
3.5. Устройства для нанесения клея на профильные поверхности	41
3.6. Эксплуатация клеенаносящих станков	43
4. Пропиточные машины	43
Часть II. Устройства для нагрева клеевых слоев	50
5. Классификация нагревательных устройств	50
6. Нагреватели	54
6.1. Гибкие контактные нагреватели	54
6.2. Жесткие контактные нагреватели	59
6.3. Трубчатые электрические нагреватели	63
6.4. Радиационные нагреватели	66
6.5. Высокочастотные нагреватели	69
Часть III. Оборудование для клеильно-сборочных работ	75
7. Прессы.....	75
7.1. Классификация прессов.....	75
7.2. Пресс гидравлический.....	75

7.3. Плиты прессов.....	78
8. Оборудование для соединения заготовок по длине	83
8.1. Общие сведения	83
8.2. Способы соединения пиломатериалов по длине.....	83
8.3. Установки для нарезания шипов	88
8.4. Сборочно-опрессовочные машины	93
8.5. Линии сращивания	96
9. Оборудование для склеивания пиломатериалов по ширине и толщине	100
9.1. Общие сведения	100
9.2. Прессующие механизмы	102
9.3. Прессы и ваймы	107
10. Оборудование для сборки рамок	110
10.1. Основные данные	110
10.2. Рамосборочные ваймы	113
11. Оборудование для изготовления гнутоклееных деталей.....	117
11.1. Общие данные	117
11.2. Пресс-формы	119
12. Оборудование для облицовывания деталей	125
12.1. Общие сведения.....	125
12.2. Облицовочные материалы	125
12.3. Ребросклеивающие станки	127
12.4. Каширование	133
12.5. Ламинирование.....	142
12.6. Загрузочные устройства однопролетных прессов	144
12.7. Оборудование для облицовывания кромок	146
12.8. Оборудование для обработки мебельных фасадов	152
12.9. Оборудование для формирования кромок щитов методом складывания	154
Часть IV Оборудование для склеивания деталей из измельченной древесины	156
13. Смесительные машины	156
13.1. Классификация смесителей	156
13.2. Конструкция быстроходных смесителей	158
13.3. Расчет быстроходного смесителя	162
Заключение	166
Библиографический список	168

Учебное издание

Иван Тихонович Глебов

**Перспективное оборудование для
склеивания древесины**

Учебное пособие

Редактор

Подписано в печать	Формат 60 x 84 1/16
Бумага тип. №1	Печать офсетная Уч.– изд. л. 9,5
Усл. печ. л. 11,2	Тираж 100 экз. С№16. Заказ

Уральский государственный лесотехнический университет
620032, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37.