

**Глебов И.Т. Перспективное оборудование для  
склеивания древесины. Презентация  
Учебно-наглядное издание**

Приведены клеи, оборудование для приготовления и нанесения клея, нагреватели клеевых слоев.

Ключевые слова: клеи, клееприготовительные машины, клеенаносящие машины, нагреватели

Объем 49 слайдов

Екатеринбург, 2017

# Перспективное оборудование для склеивания древесины

Проф. И.Т. Глебов

Кафедра инновационных технологий и  
оборудования деревообработки

# Литература

- **Глебов И.Т.** Перспективное оборудование для склеивания древесины: Учебное пособие. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. – 170 с.
- Глебов, И. Т. Перспективное оборудование для склеивания древесины. Проектирование нагревателей -Екатеринбург : УГЛТУ, 2011. - 20 с.
- Глебов, И. Т. Перспективное оборудование для склеивания древесины. Проектирование быстроходного смесителя - Екатеринбург : УГЛТУ, 2011. - 12 с. : ил.

# Связующие и клеи

- 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.

# Клеи

- **Клеи бывают:**
- – животные или белковые (глиутиновые, 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

- **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.

## Электронный архив УГЛТУ

- **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 бура, фосфорнокислый аммоний.

## Типы клеев

- **Глютиновые клеи:**
- Клей мездровый (ГОСТ 3252—80)
- Клей костный (ГОСТ 2067—80)
- Рыбий (осетровый) клей



# Казеиновые клеи

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

## 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.

# Синтетические клеи

Электронный архив УГЛТУ

- **Карбамидоформальдегидные клеи.**
- 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).
- Для получения клея в смолу вводят отвердитель: щавелевую или ортофосфорную кислоту для клеев холодного отверждения или хлористый аммоний для клеев горячего отверждения.

## Фенолоформальдегидные клеи

- Смолы горячего отверждения не требуют введения специального отвердителя. Время их отверждения изменяется от 30 с при 170°C до 100...200 с при температуре 100°C.
- 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°C) в них вводят отвердители – керосиновый контакт или

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

# Клеи

- **Меламиноформальдегидные** клеи соединяют в себе положительные качества карбамидоформальдегидных и фенолоформальдегидных клеев. Они обладают высокой водо-, свето-, тепло-, химической стойкостью.
- **Карбамидомеламиноформальдегидный** клей на основе смолы марки ММС отличается высокой водостойкостью по сравнению с карбамидным клеем и в то же время более дешевый, чем меламиновый.
- **Поливинилацетатные клеи.** Клеи применяются для склеивания деталей мебели и столярных изделий, не подверженных действию воды и эксплуатируемых при статической нагрузке.
- **Эпоксидные клеи.** Клеи применяются для склеивания древесины с металлами.

# Клеи-расплавы

- 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.

# Пленочные клеи

- **Бакелитовая пленка** – это пленочный клей, приготовленный на основе фенолоформальдегидных пропиточных смол С-50, СБС-1 и сульфатной бумаги массой 18...22 г/м<sup>2</sup>.
- **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.



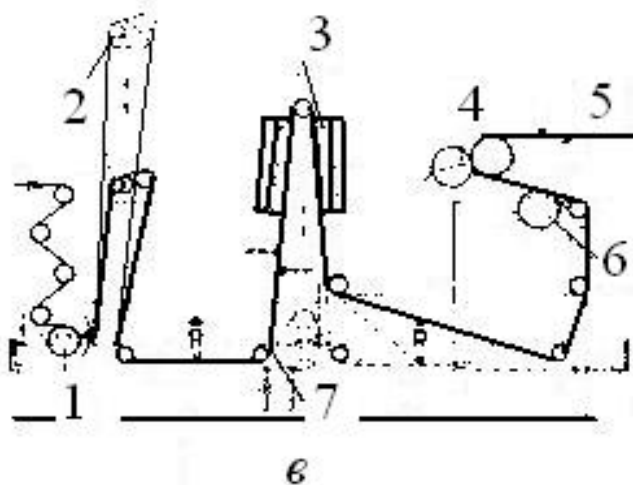
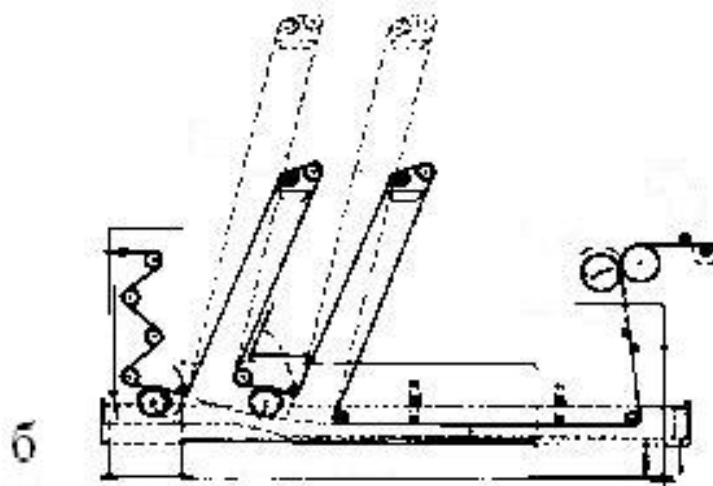
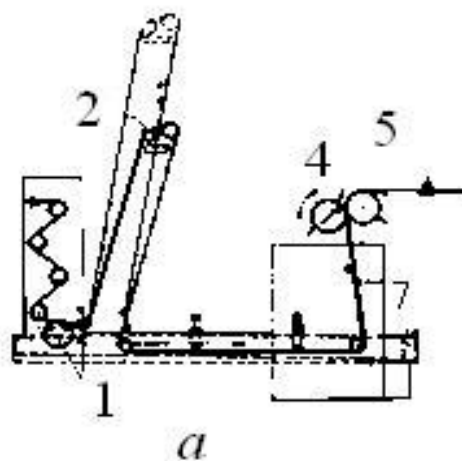
# Электронный архив УГЛТУ



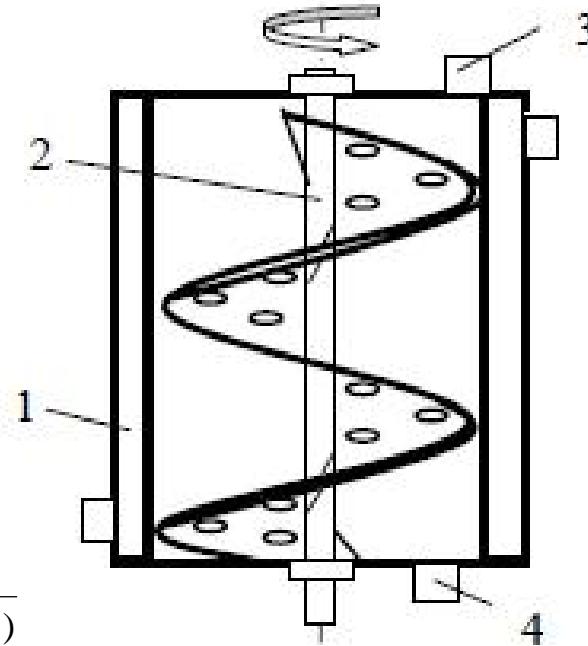
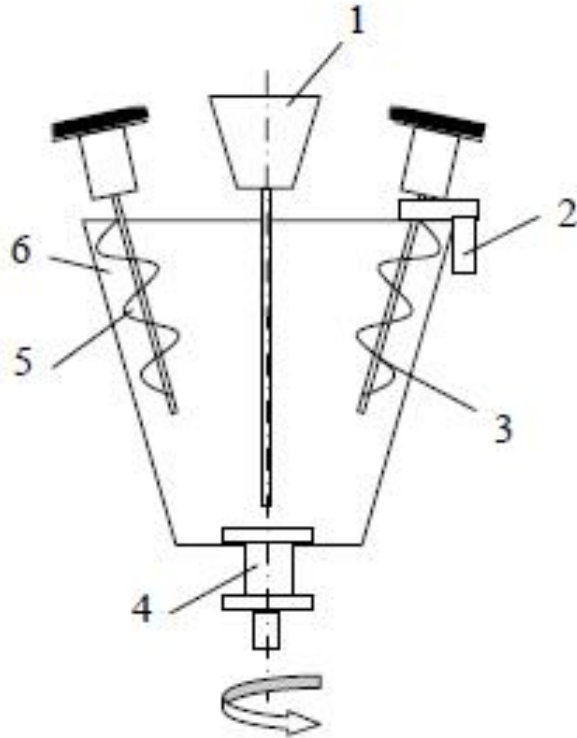
# Пропиточные машины



# Узел пропитки



# Установки для приготовления клея



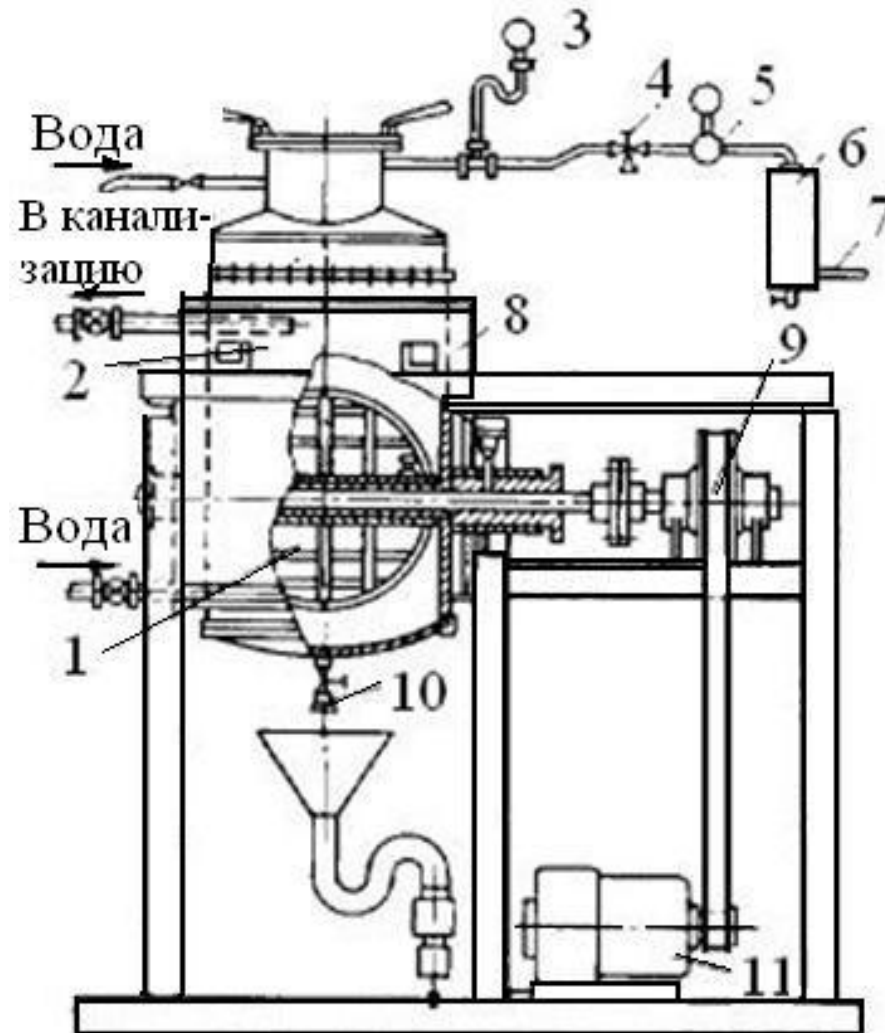
$$D \geq \sqrt{2(d^2 - zd_o^2)}$$

$$d = (0,7...0,99)D$$

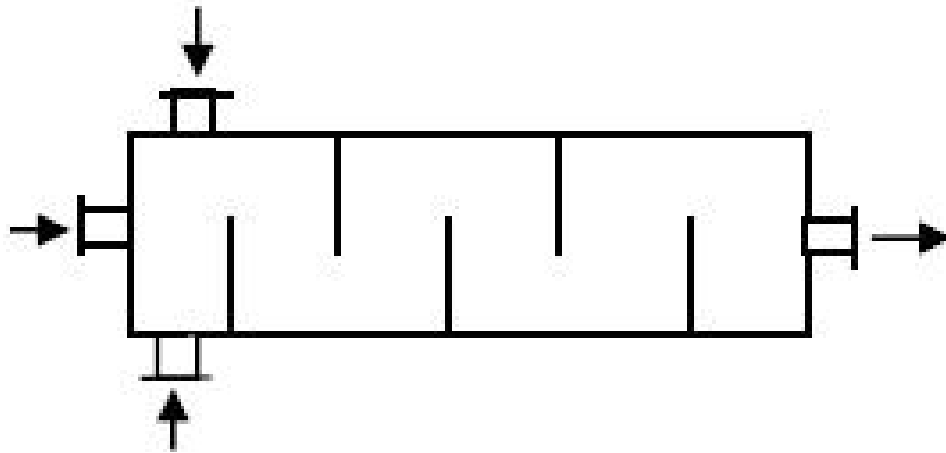
$$t = (0,5...3,0)d$$

$$d_o \leq 0,2d$$

# Установка для вспенивания клея

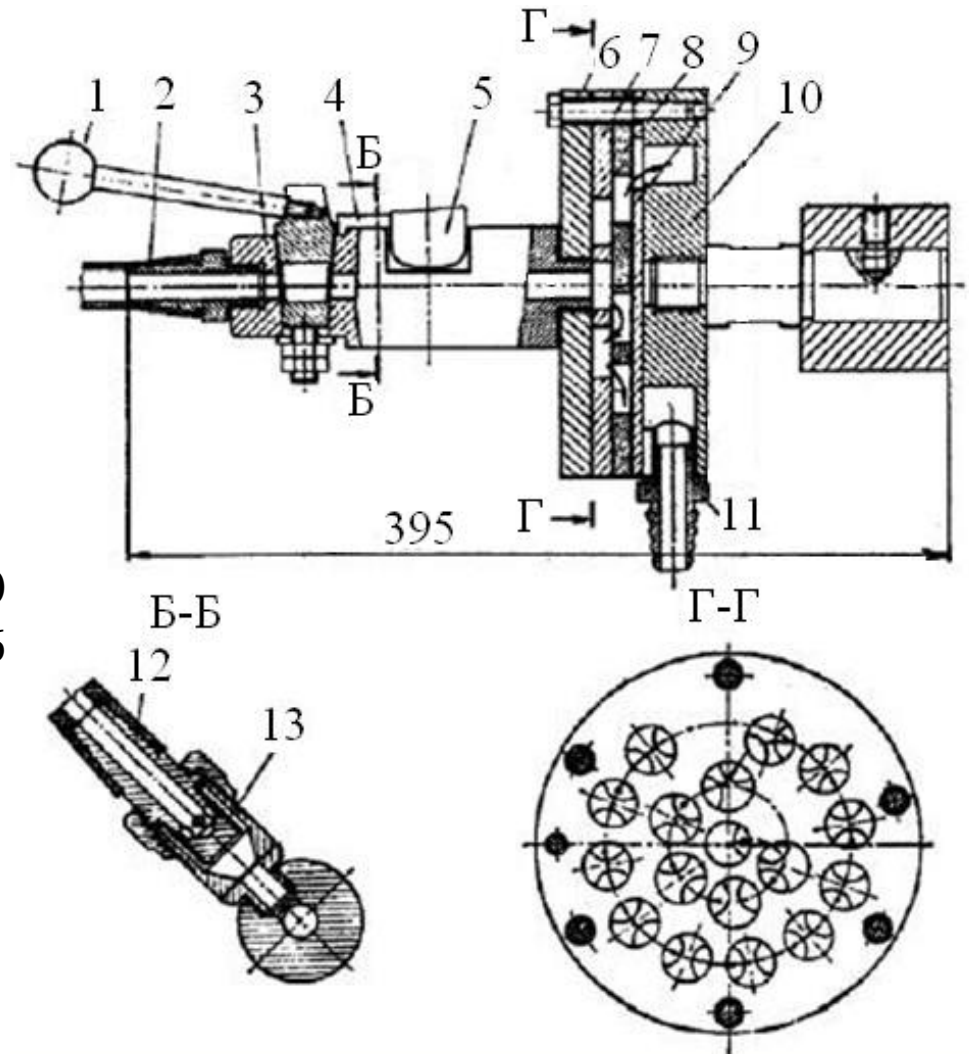


# Клееприготовительные установки непрерывного действия



# Лабиринтным смесителем 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	550x460 x126 0
Масса, кг . . . . .	285
. . . . .	



# Клеенаносящие машины

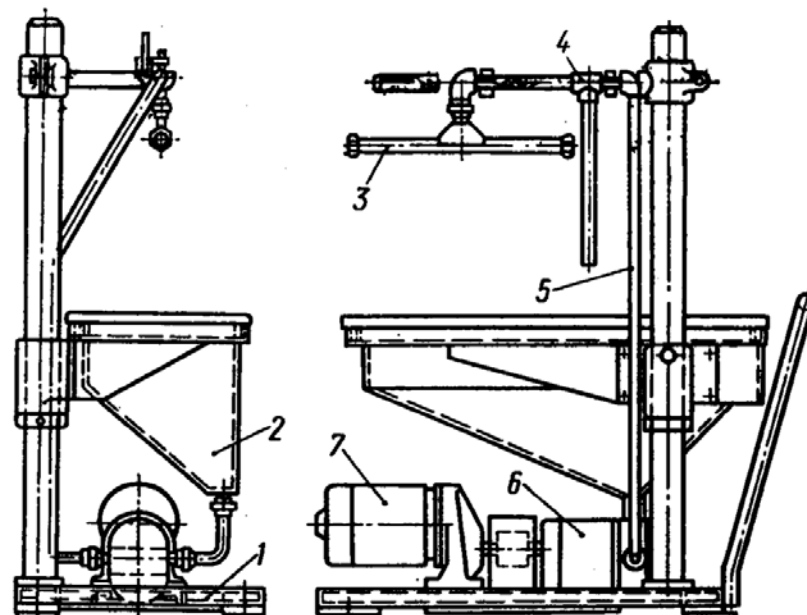
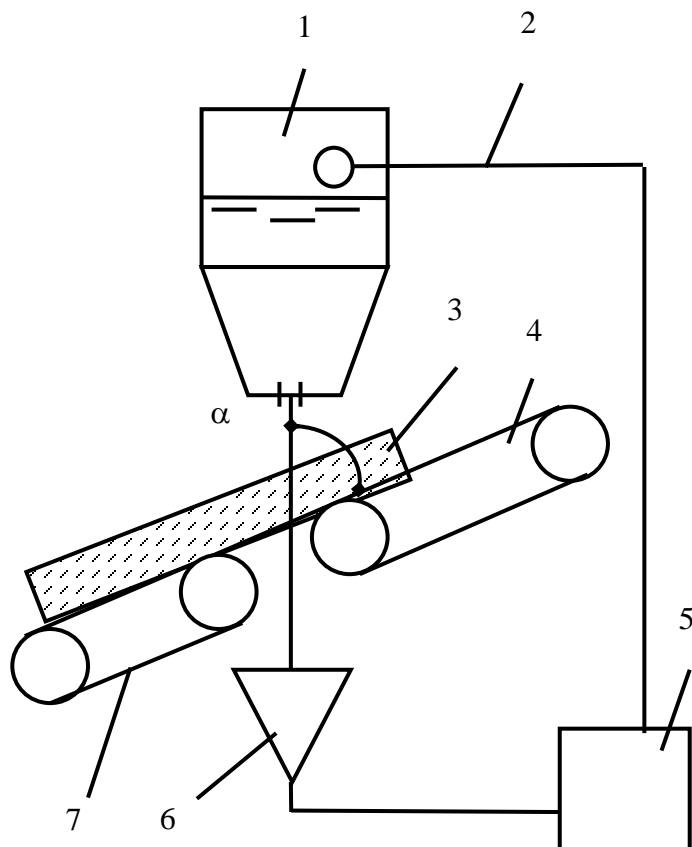


Рис. 8. Клееналивная машина



# Экструзионная клеенаносящая машина

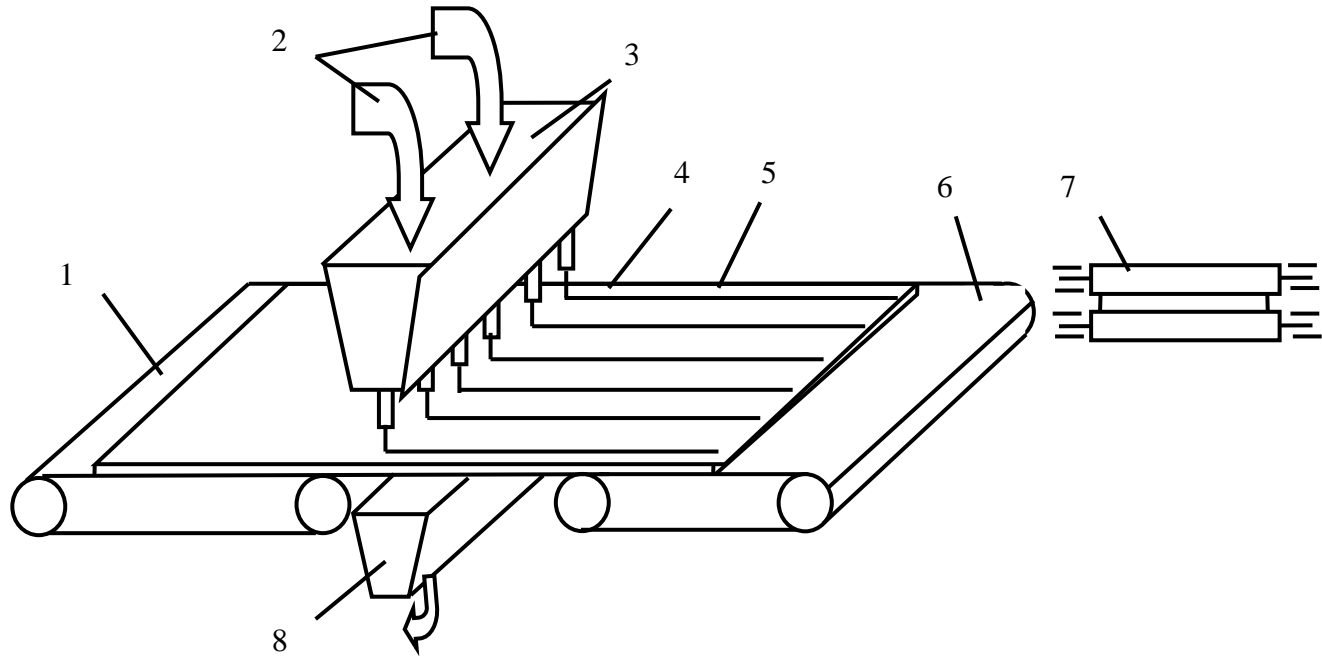


Рис. 9. Экструзионная клеенаносящая машина с разравнивающим вальцом

## Электронный архив УГЛТУ



# Вальцовая машина

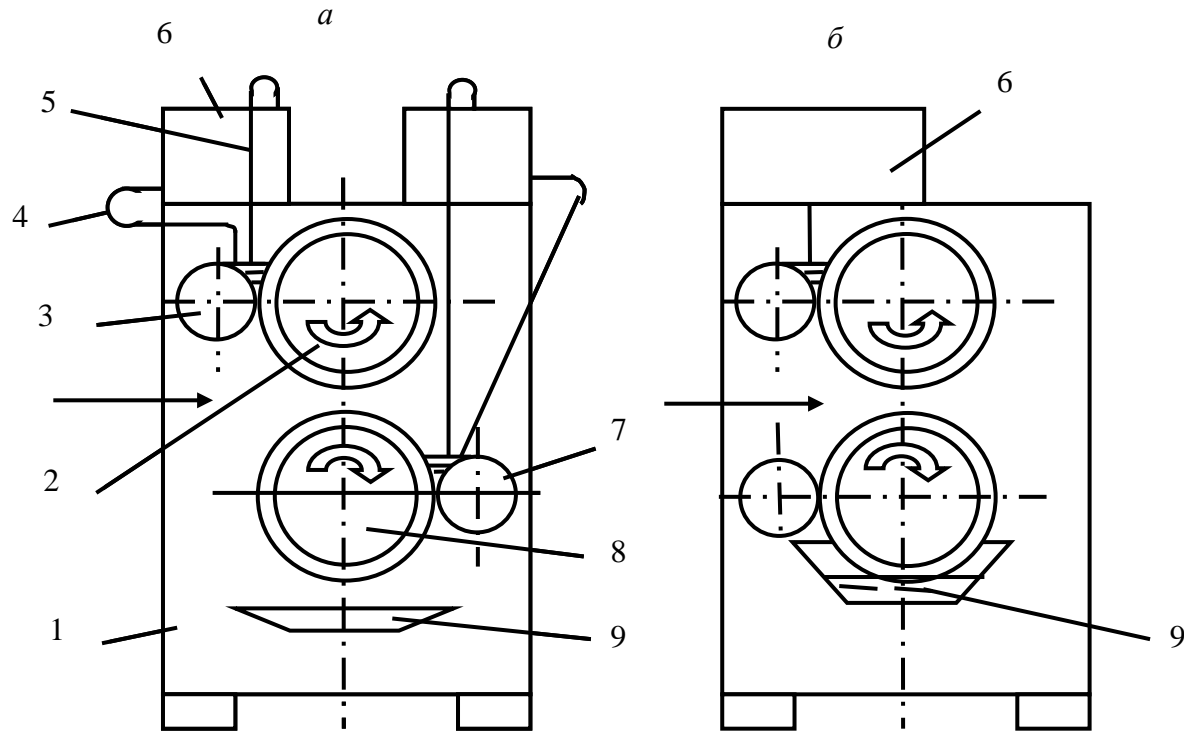


Рис. 11. Клеенаносящие вальцы: *а* – с подачей клея из баков; *б* – с подачей клея из бака и корыта

Рыбинский завод деревообрабатывающих станков выпускает клеенаносящие вальцовые станки шести типоразмеров: модели КВ2-1, КВ4-1, КВ9-1, КВ14-1, КВ18-1, КВ28-1.

# Клеенаносящая машина модели S1R 250



Электронный архив УГЛТУ

# Клеенаносящая машина модели

## МН6213В



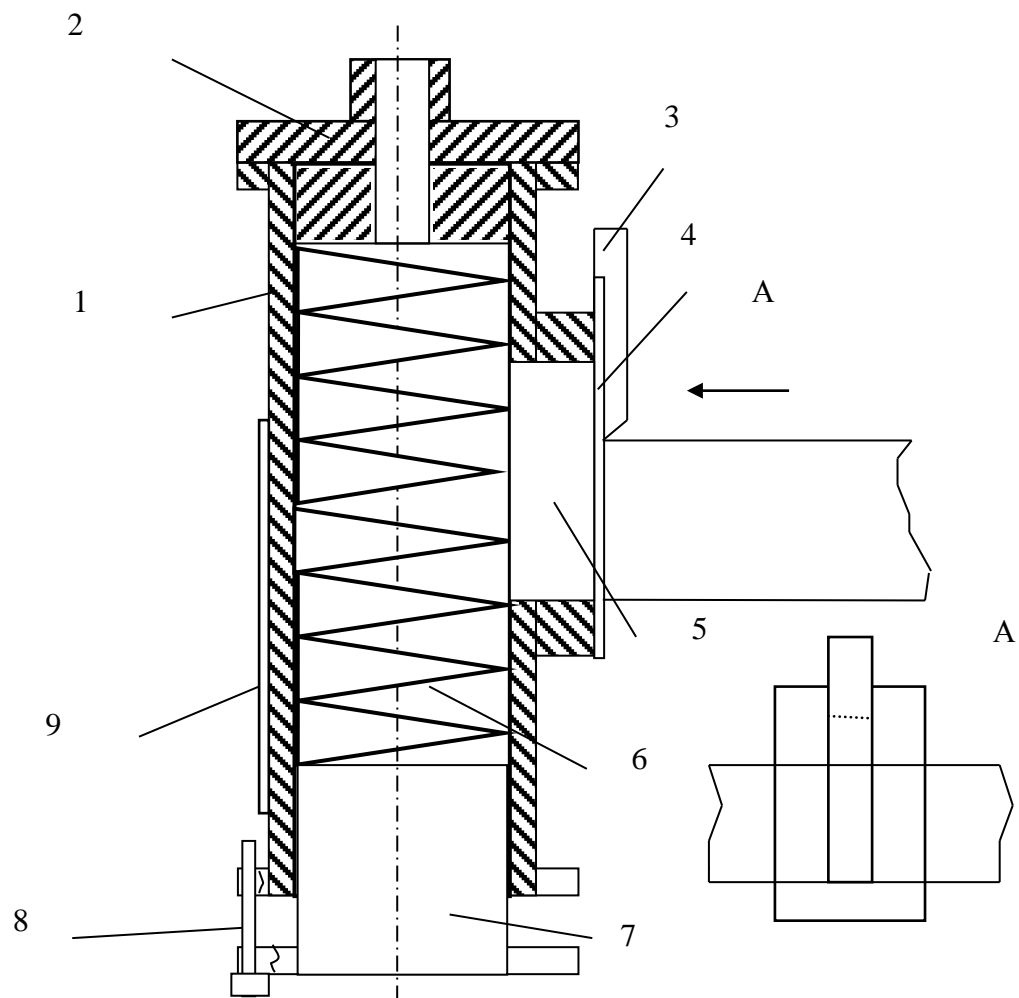
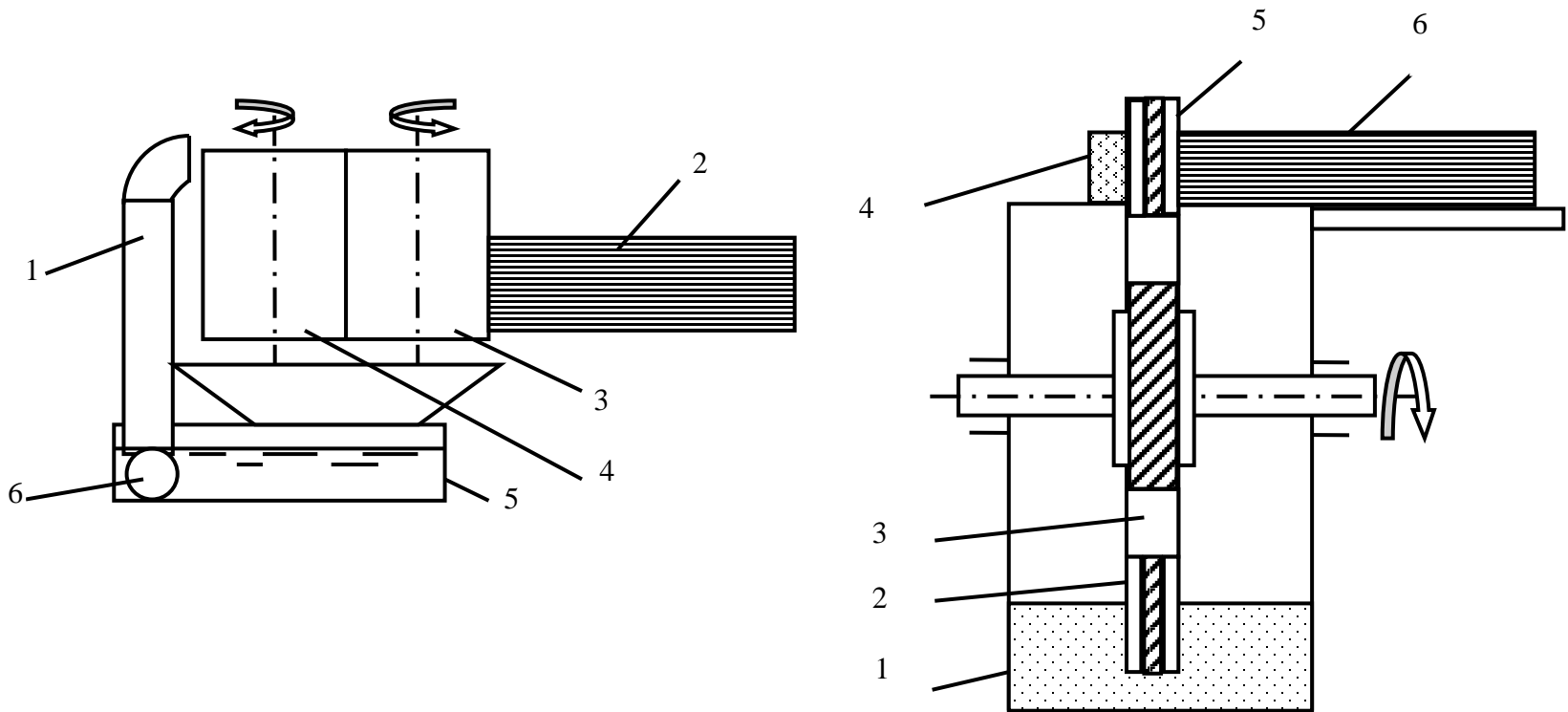
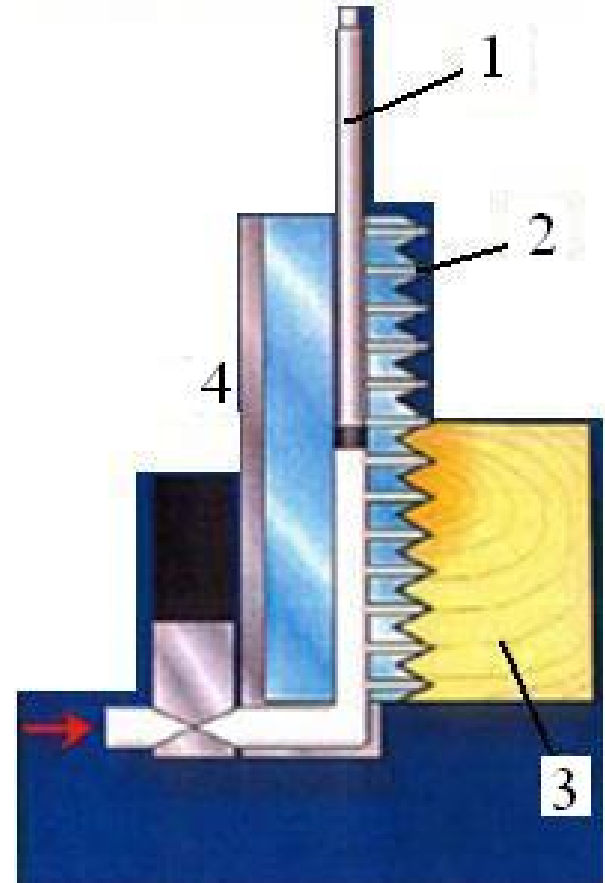
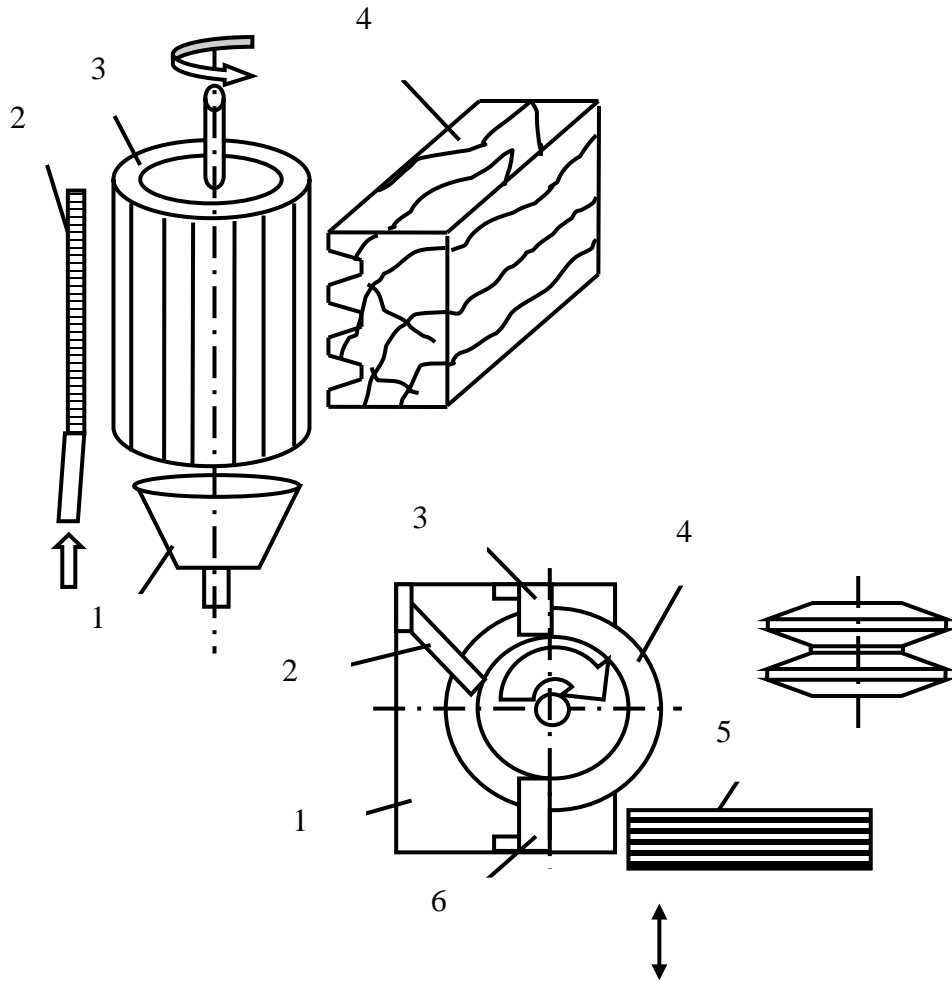


Рис. 14. Клеенаносящее экструзионное устройство с пружиной-дозатором

# Нанесение клея на вертикальные плоскости



# Нанесение клея на профильные поверхности





## Нагрева клеевых слоев

- При внешнем нагреве тепло подводится к клеевому слою извне через толщину 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,

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

где  $q$  - удельный тепловой поток;

$K$  – коэффициент теплопроводности;

$d$  - толщина указанной заготовки;

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

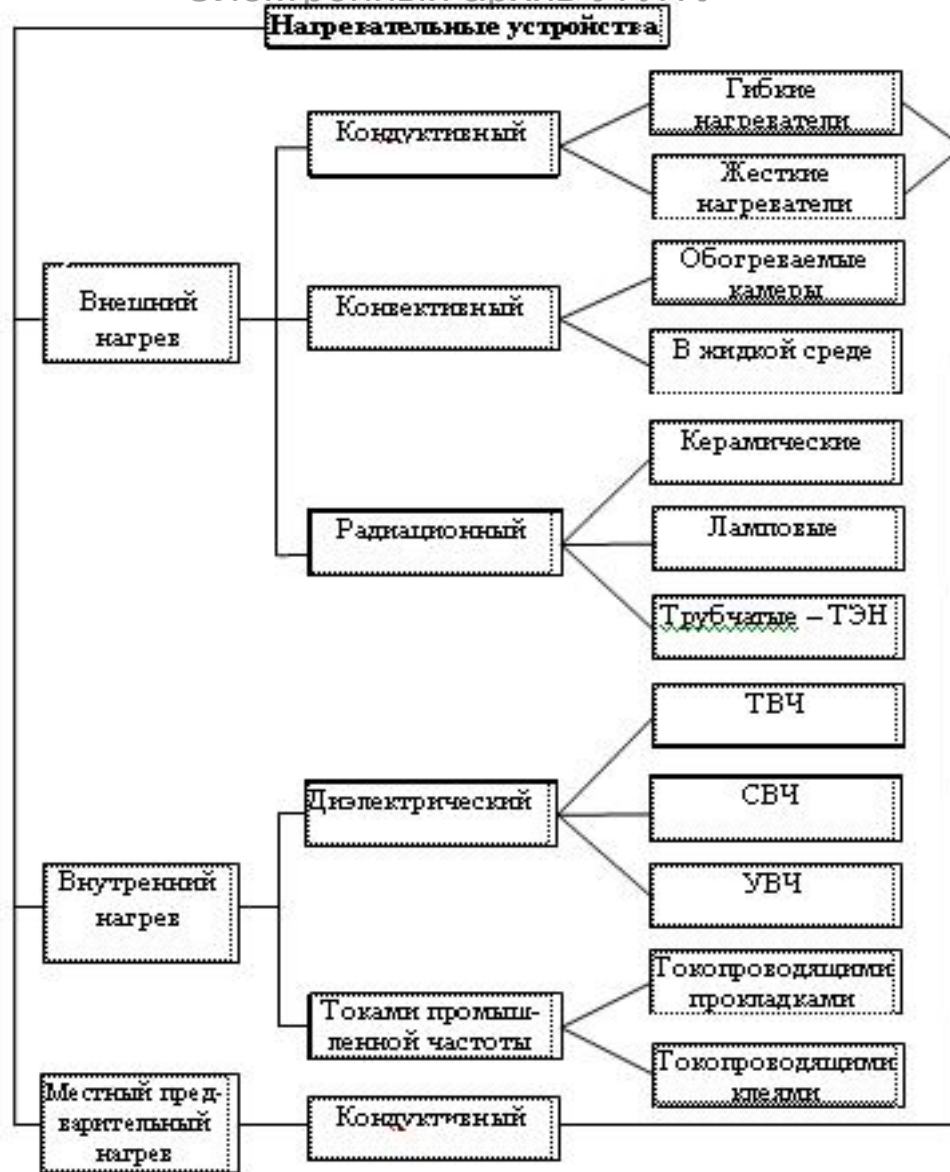
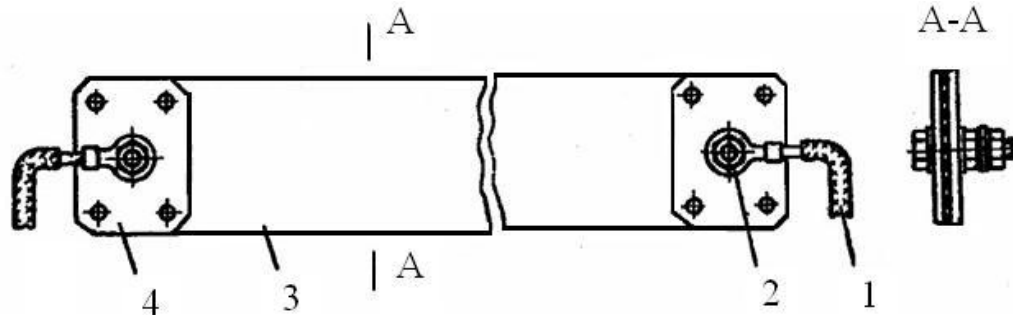


Схема классификации нагревательных устройств

# Нагреватели

## Гибкие контактные нагреватели



$$P = 10^{-6} \omega F$$

- Расчет нагревателя начинают с определения потребной мощности по формуле:
- где  $P$  – мощность нагревателя, кВт;
- $\omega$  - удельная поверхностная мощность, кВт/м<sup>2</sup>;
- $F$  – площадь поверхности нагревателя,  $F = BL$ , где  $B$  и  $L$  – соответственно ширина и длина нагревателя, мм.
- Установленная мощность нагревателя  $P_y = kP$ ,
- где  $k$  – коэффициент запаса ( $k = 1,2 \dots 1,5$ ), учитывающий старение нагревательного элемента, приводящее к повышению удельного сопротивления.

Электронный архив УГЛТУ  
Материал лент нагревателей и его показатели

Материал	Марка	ГОСТ	Удельное электрическое сопротивление $\rho$ , Ом $\cdot$ мм <sup>2</sup> /м	Температурный коэффициент сопротивления $\alpha$ , 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

# Удельная поверхностная мощность

$$m = L/B: L=l + 60; B= b + 16 \text{ мм}$$

$m$	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
$\omega$	3,0	3,3	3,5	3,7	3,8	3,9	4,0

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

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

где  $\rho_t$  и  $\rho$  - удельное электрическое сопротивление ленты при температурах соответственно рабочей и 20°C, Ом.мм<sup>2</sup>/м;

$\alpha$  - температурный коэффициент сопротивления;

$t_2$  и  $t_1$  - соответственно температура нагревателя и окружающей среды, С. Принимая  $t_2 = 150$  С и  $t_1 = 20^\circ\text{C}$ , получим

$$\rho_t = \rho(1 + 130\alpha)$$

# Расчет

Сопротивление ленты нагревателя при рабочей температуре, Ом

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

где  $h$  – толщина ленты, мм.

Рабочее напряжение на зажимах нагревателя, В,

$$U_t = \sqrt{1000PR_t}$$

Сила тока при рабочем режиме, А,

$$I_t = B \sqrt{\omega h / \rho_t}$$

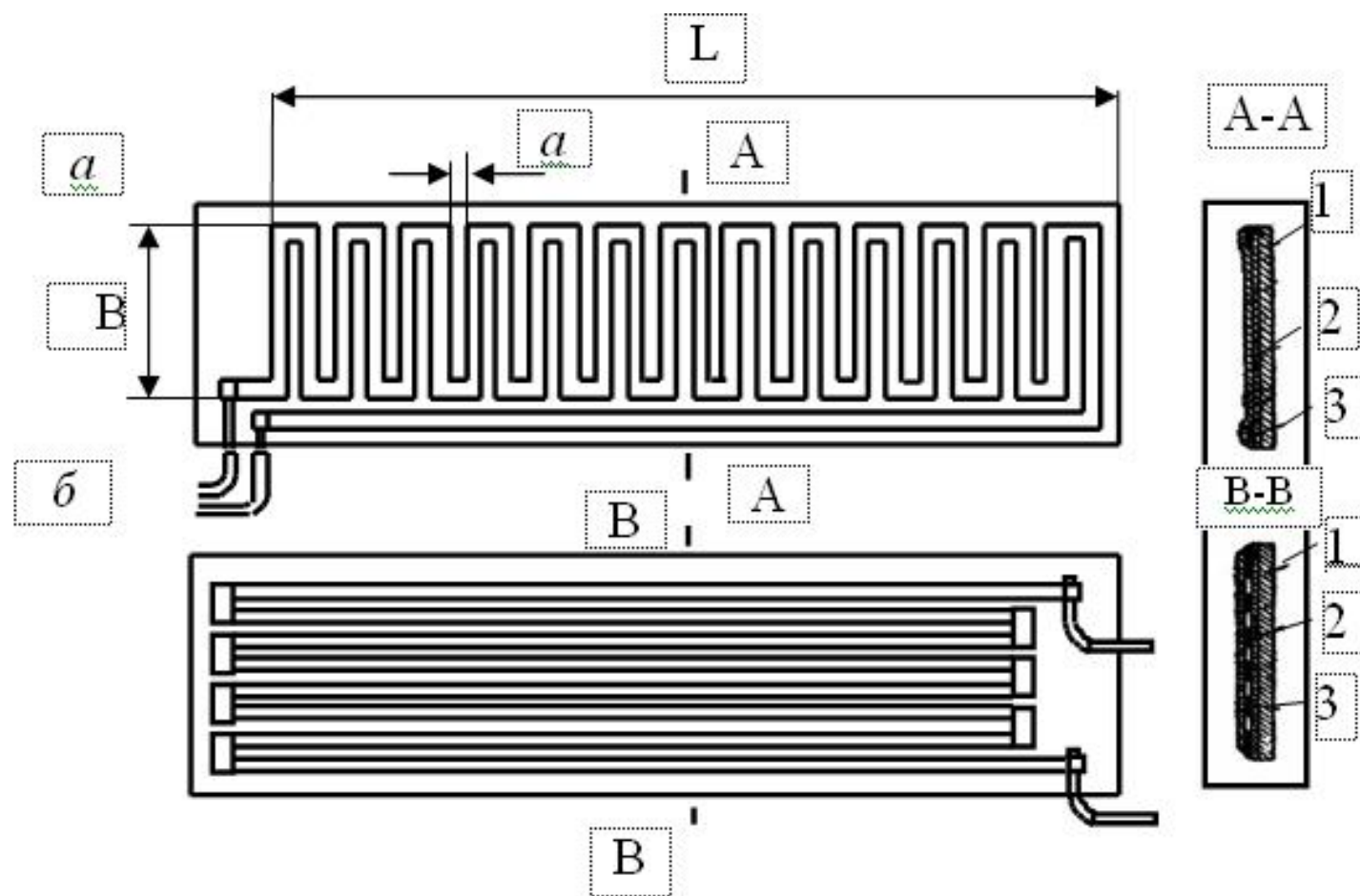
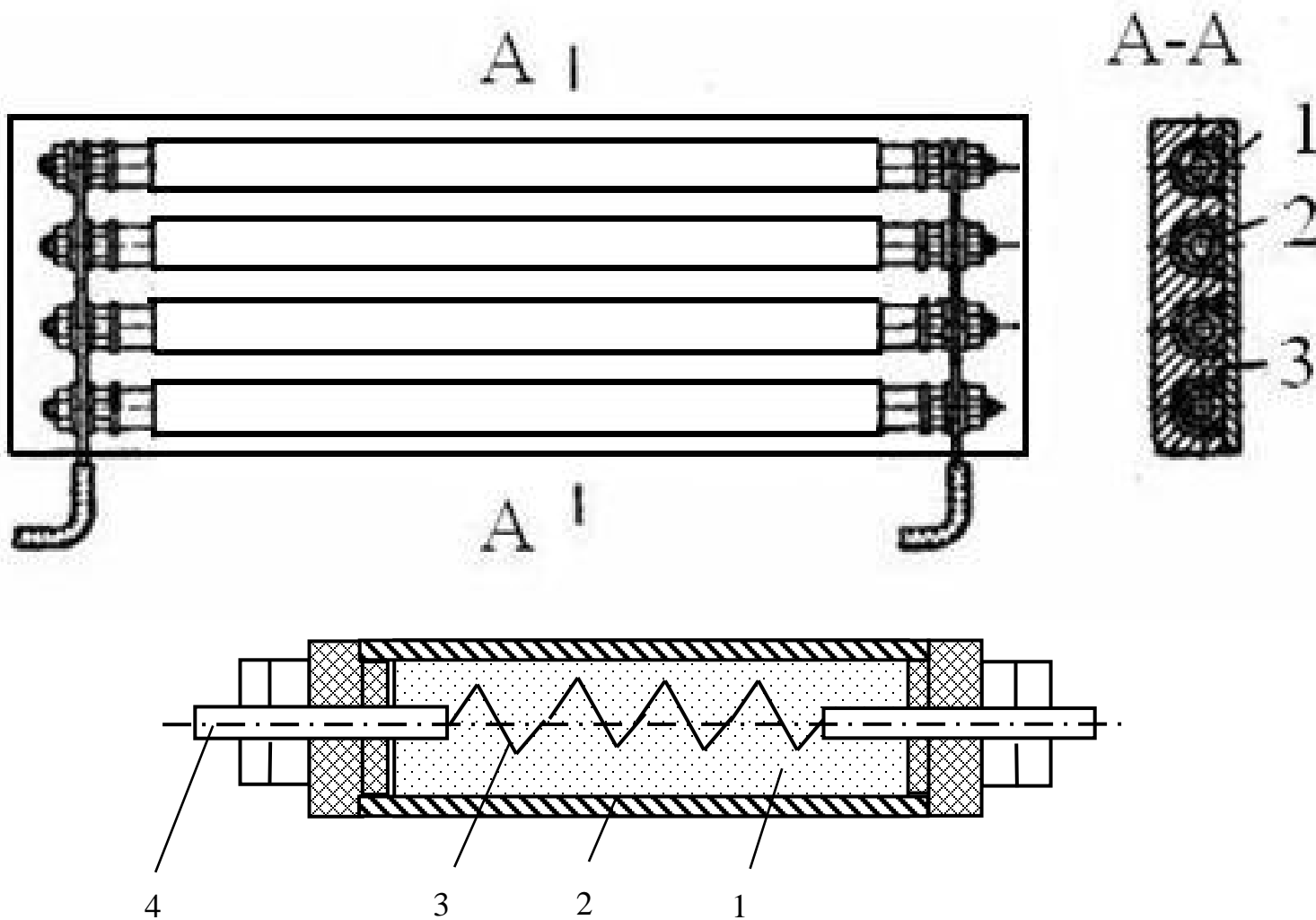


Рис. 25. Широкие сборные электронагреватели:

*a* - с поперечным расположением лент;

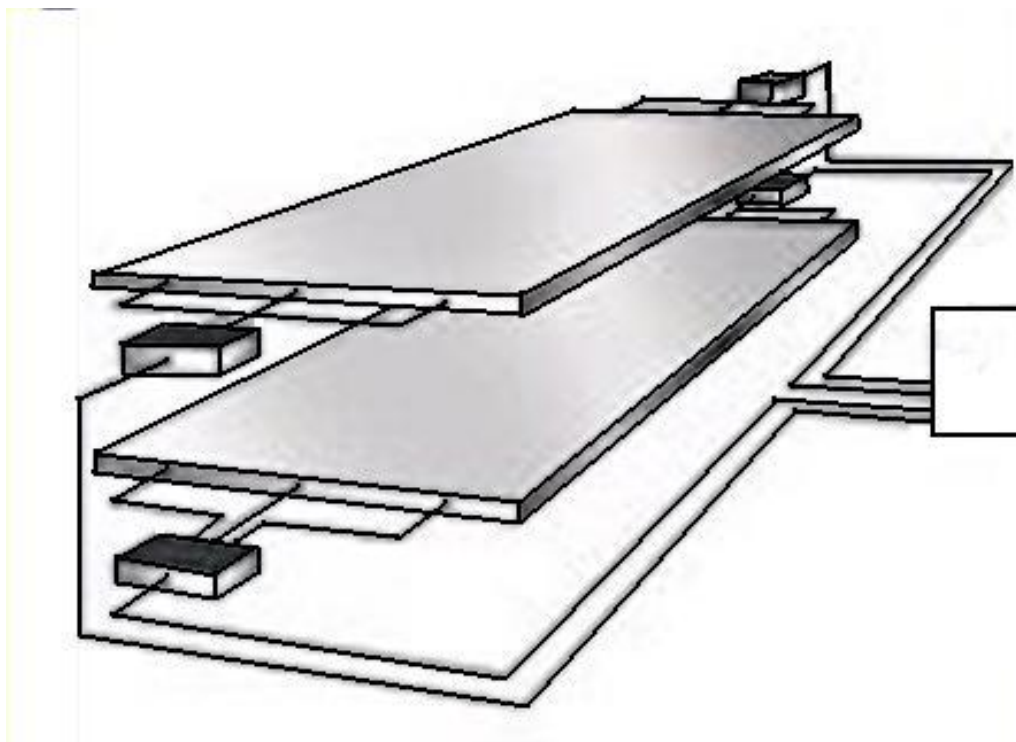
*б* - с продольным расположением лент

# Жесткие нагреватели

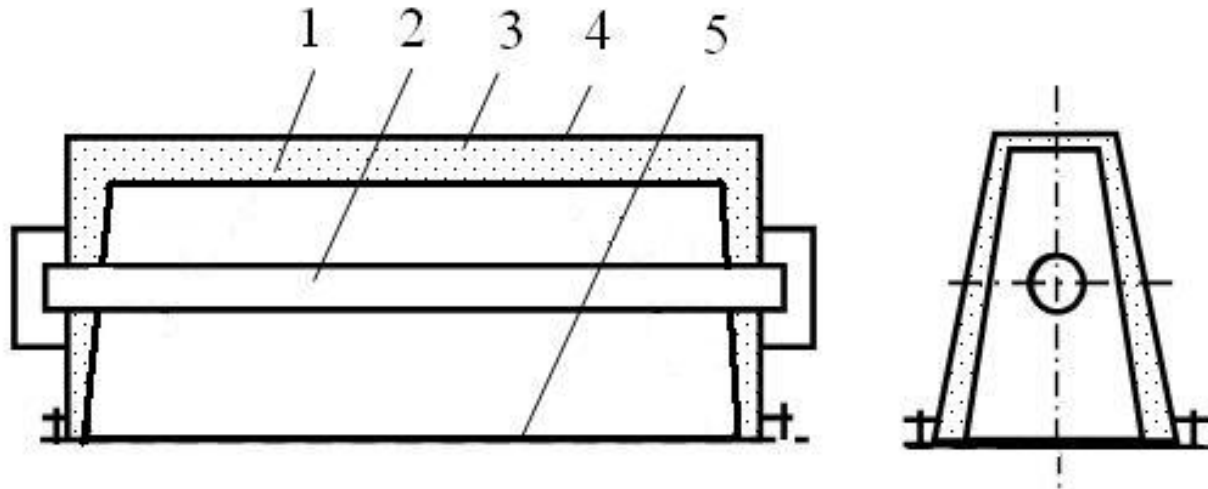




# Обогреваемые плиты ОДО “Номакон” для прессы



# Радиационные нагреватели



На практике используют ТЭН с температурой на поверхности 300...700°C. 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/м<sup>2</sup>:

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

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

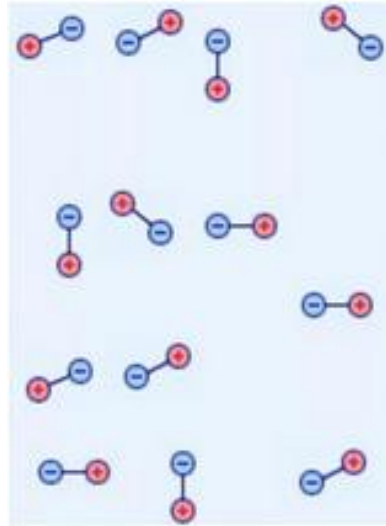
$\varepsilon_{\text{нагр}}$  и  $\varepsilon_{\text{изд}}$  – относительные коэффициенты лучеиспускания материалов нагревателя и изделия соответственно (табл. 7);

$F_{\text{изд}}$  – тепловоспринимающая площадь поверхности изделия, м<sup>2</sup>;

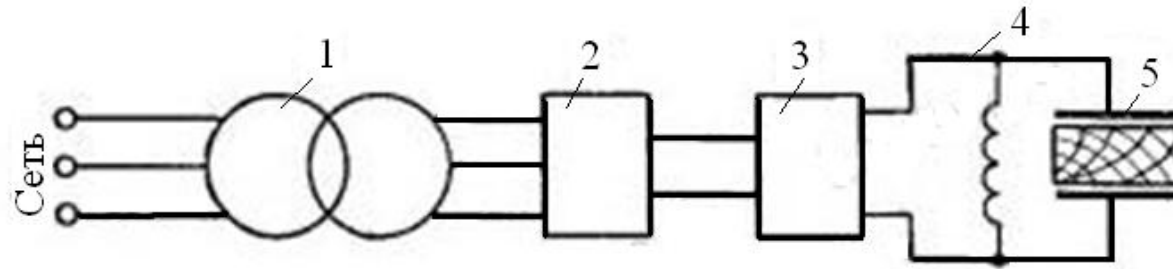
$F_{\text{ст}}$  – площадь поверхности стены, занятой нагревателями, м<sup>2</sup>.

# Высокочастотные нагреватели

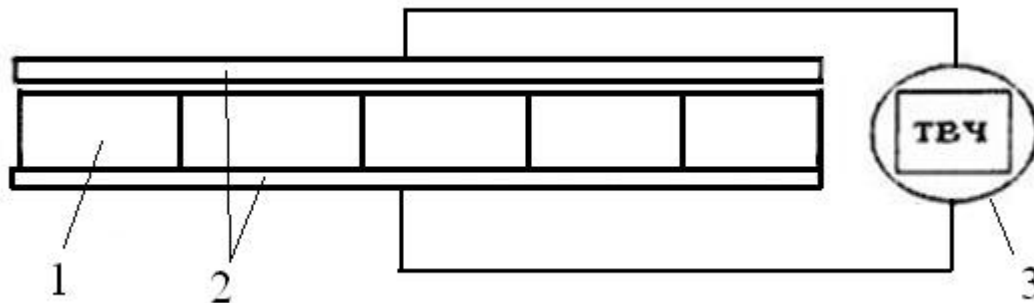
- Древесина, находящаяся в переменном электрическом поле, проявляет свои диэлектрические свойства, которые характеризуются двумя показателями. Первый из них – **диэлектрическая проницаемость  $\epsilon$** .
- **Диэлектрическая проницаемость  $\epsilon$**  количественно равна отношению емкости конденсатора с прокладкой из древесины к емкости конденсатора с воздушным зазором между электродами.
- Второй показатель – **тангенс угла диэлектрических потерь  $\text{tg}\delta$** . Он определяет долю подведенной мощности, которая вследствие дипольной поляризации древесины поглощается ею и превращается в теплоту.
- Угол  $\delta$  называется углом диэлектрических потерь. Чем больше угол  $\delta$ , тем больше рассеиваемая мощность.



- 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.



Нагреватель ТВЧ для сушки древесины:  
1 – трансформатор; 2 – выпрямитель; 3 – генератор;  
4 – колебательный контур; 5 – конденсатор



- При склеивании древесины (используется избирательность диэлектрического нагрева – нагревается клей до температуры его поляризации  $260^{\circ}\text{C}$  - вследствие более высокой диэлектрической проницаемости клея по сравнению с древесиной)

Напряженность электрического поля определяется по формуле:

$$E = U / d$$

где  $U$  – величина напряжения, подведенного к 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 (разряд). Рабочая напряженность, или допустимый градиент напряженности, принимается в 1,5...2 раза меньше пробивного градиента.

Частота электрического тока, Гц:

$$f = 3 \cdot 10^8 / \lambda$$

где  $\lambda$  - длина волны, м.

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

# Нагрев клеевых слоев токами 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.





СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ =)

