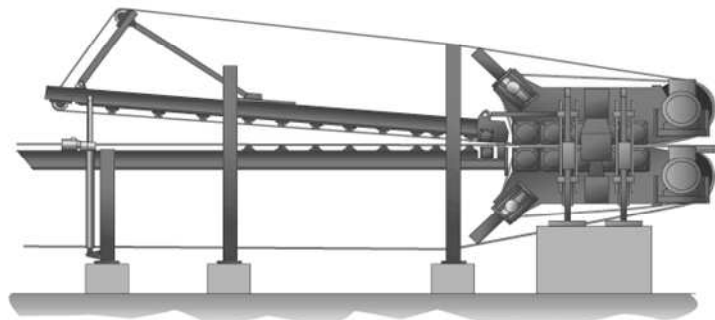


А.А. Никитин

**ОБОРУДОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ
ПО ПРОИЗВОДСТВУ ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ
И ПЛАСТИКОВ**



практикум

Москва - 2015

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ЛЕСА»

А.А. Никитин

**ОБОРУДОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ
ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ И ПЛАСТИКОВ**

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом университета в качестве практикума по дисциплине «Оборудование предприятий по производству древесных плит и пластиков» для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров «Химическая технология», профиль подготовки «Химическая технология переработки древесины»



Москва
Издательство Московского государственного университета леса
2015

Оглавление

Введение	5
1. Принцип построения технологического расчета	6
2. Конвейеры для транспортирования измельченной древесины в цехах древесных плит	12
2.1 Ленточные конвейеры, определение основных параметров	13
ЗАДАНИЕ № 2.1	17
ЗАДАНИЕ № 2.2	20
2.2 Скребокковые конвейеры и конвейеры с погруженными скребками, определение основных параметров	23
ЗАДАНИЕ № 2.3	27
ЗАДАНИЕ № 2.4	30
2.3 Винтовые конвейеры, определение основных параметров	33
ЗАДАНИЕ № 2.5	35
2.4 Пневмотранспортные установки, определение основных параметров	38
ЗАДАНИЕ № 2.6	55
3. Оборудование для измельчения древесины в производстве древесных плит	58
3.1. Оборудование для изготовления технологической щепы, определение основных параметров	62
ЗАДАНИЕ № 3.1	66
3.2. Оборудование для изготовления резаной стружки, определение основных параметров	69
ЗАДАНИЕ № 3.2	78
3.3. Оборудование для изготовления волокна, определение основных параметров	84
ЗАДАНИЕ № 3.3	90
4. Оборудование для осмоления стружки в производстве древесно-стружечных плит	94
4.1. Высокооборотные смесители, определение основных параметров	97
ЗАДАНИЕ № 4.1	106

5. Оборудование для прессования в производстве древесных плит, определение основных параметров	112
ЗАДАНИЕ № 5.1	132
ЗАДАНИЕ № 5.2	136
ЗАДАНИЕ № 5.3	141
Список литературы	146
Приложение 1	149
Приложение 2	150
Приложение 3	151

ВВЕДЕНИЕ

Основной задачей данного пособия является оказание помощи студентам, обучающимся по направлению подготовки «Химическая технология» по профилю подготовки «Химическая технология переработки древесины» при освоении учебной дисциплины «Оборудование предприятий по производству древесных плит и пластиков».

При выполнении практических работ закрепляются теоретические знания, систематизируются и расширяются знания студентов на практике. Выбатываются навыки по использованию теоретических знаний при решении практических задач, приобретается опыт самостоятельной работы по специальности.

1. ПРИНЦИП ПОСТРОЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАСЧЕТА

Под технологическим расчетом проектируемого объекта (станка, машины) обычно понимают совокупность расчетов, связанных непосредственно с параметрами, видом и особенностями технологического процесса, осуществляемого этим объектом.

Основной целью технологического расчета является определение исходных параметров, необходимых для выполнения конструкторской проработки машины и проведения специальных расчетов ее отдельных элементов (кинематического, прочностного и т.д.).

Задачи, решаемые при проведении технологического расчета, обычно сводятся к определению основных технологических, конструктивных, силовых, кинематических и энергетических параметров.

Производительность.

Основной характеристикой работы машины или устройства является их производительность, под которой понимают количество продукции (массовое, объемное, штучное), полученное в единицу времени.

Производительность оборудования является исходной величиной для расчета всех остальных его параметров. Она определяет как размеры самой машины, так и отдельных ее частей, рабочих объемов, накопительных или активных емкостей, габариты, форму и режим работы рабочих органов и деталей их привода и многое другое. Кроме того, от величины производительности зависят кинематические и силовые характеристики приводных механизмов, а также величины потребляемой энергии.

Производительность определяют в $\text{м}^3/\text{ч}$, $\text{м}^3/\text{сутки}$, $\text{м}^3/\text{год}$, $\text{кг}/\text{ч}$, $\text{т}/\text{сутки}$, $\text{т}/\text{год}$, $\text{м}^2/\text{ч}$, $\text{м}^2/\text{сутки}$, $\text{м}^2/\text{год}$ в зависимости от вида продукции. Производительность определяют по известным формулам, взятым из учебников, справочников и других источников. Для более точного учета всех технологических, кинематических и конструктивных параметров составляют расчетную схему для определений производительности.

Пример составления подобной схемы показан на рис. 1.1.

Определение кинематических параметров рабочих органов машины.

Величина производительности является исходной для определения основных кинематических параметров рабочих органов оборудования. Обрабатывая продукт (непрерывно или периодически) рабочие органы должны иметь определенный режим движения, перемещаться с определенной скоростью или частотой вращения. Это необходимо для получения единицы продукции в строго определенный промежуток времени (рабочий цикл), который является величиной, обратной производительности машины.

Определив рабочий цикл машины, можно найти нужный режим работы её отдельных узлов, а при известных конструктивных параметрах определить и скорости их движения.

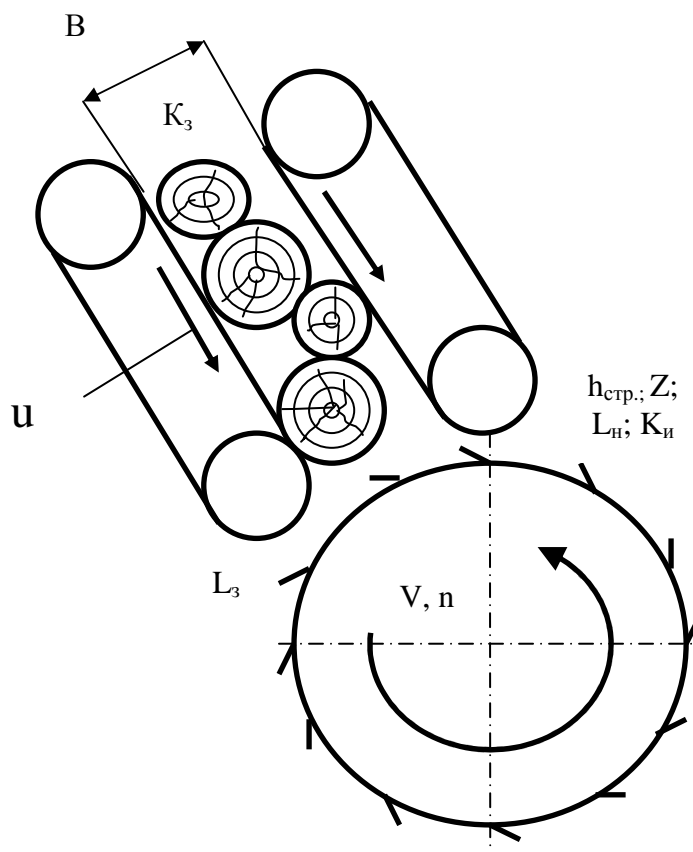


Рис. 1.1. Расчетная схема для определения производительности стружечного станка: $K_з$ – коэффициент заполнения питателя; U – скорость подачи древесины на резание; B – ширина питателя для подачи древесины; $L_з$ – расстояние между упорами; $h_{стр}$ – толщина стружки; Z – число ножей; L_n – длина ножей; $K_{и}$ – коэффициент использования; V – скорость рабочего органа; n – число ножей; $K_з$ – коэффициент заполнения питателя.

Порядок расчета кинематических параметров следующий:

- по заданной производительности машины определить ритм выдачи изделий;
- по продолжительности рабочего цикла и известным величинам ходов или шагов исполнительных механизмов определить их скорости и частоту вращений ведущих звеньев, приводящих их в движение;
- для машин, перерабатывающих массу продукта, можно определить указанные параметры, пользуясь формулой производительности. Для этого формулы преобразовывают в уравнения, выра-

женные относительно искомым кинематических параметров (обычно относительно скорости). Следует помнить, что полученные данные являются исходными для дальнейшего кинематического расчета приводных механизмов машины. Обычно машина приводится в движение электродвигателем, поэтому последнее звено кинематической цепи должно иметь вращательное движение. Частоту его вращения и требуется определить в технологическом расчете.

Большое значение имеет величина ускорения рабочего органа, так как при большом ускорении возрастает сила инерции, действующей как на обрабатываемый объект, так и на рабочий орган. При большой силе инерции (критическом ускорении), может нарушиться связь рабочего органа и продукта.

Для выполнения кинематического расчета необходимо составить кинематическую схему машины.

Подробно методика составления кинематических схем оборудования и проведения кинематических расчетов приведена в методических указаниях по курсовому проектированию и в тематическом разделе данного пособия.

Энергетический расчет машины.

Энергетический расчет предполагает определение основных силовых параметров машины, т.к. определение нагрузок на рабочие органы, находящиеся в соприкосновении с обрабатываемым материалом, а также влияние внешних сил, давлений, сопротивлений, сил тяжести и инерций на отдельные элементы или детали.

Поэтому в каждом отдельном случае следует провести анализ механизма, выделить в нем звенья, наиболее подверженные нагрузкам, и определить действующие на них силы. Для этого необходимо составить расчетную схему для определений мощности, на которой показывающей принцип взаимодействия инструмента и обрабатываемого материала и силы, действующие на них в процессе обработки.

Подробно методика составления расчетных схем для определения мощности и проведения энергетических расчетов приведена в методических указаниях по курсовому проектированию.

В общем случае можно выделить следующие основные силы, действующие в машинах:

- силы производственного сопротивления (технологические силы), на преодоление которых затрачивается работа, необходимая для выполнения технологического процесса. Величина этих сил зависит от многих факторов, например, от физико-механических свойств перерабатываемого продукта, скорости обработки, температурных режимов обработки, производительности машины,

внешних условий и многого другого. Правильное определение этих сил имеет чрезвычайно важное значение, так как от того, насколько точно они будут найдены и их расчетная величина будет соответствовать истинным нагрузкам при работе машины, будет зависеть правильность последующего расчета на прочность основных органов машины и элементов их привода, а следовательно, их прочность, надежность и долговечность;

- силы непроизводительных сопротивлений (в основном силы трения T_i), на преодоление которых затрачивается дополнительная работа сверх той, которая необходима для преодоления полезного сопротивления. Эти силы определяют как произведение силы нормального давления P_{Ni} на коэффициент трения в каждой трущейся паре:

$$T_i = P_{Ni} \cdot f_i \quad (1.1)$$

- динамические силы-силы инерции, возникающие при движении элементов конструкции с ускорениями. Для определения сил инерции $P_N(H)$ используют второй закон Ньютона, по которому сила инерции равна произведению массы тела m (кг) на его ускорение a (м/с²), но с обратным знаком, так как сила инерции и ускорение тела направлены противоположно:

$$P_N = -m \cdot a \quad (1.2)$$

Для определения наибольшей суммарной нагрузки можно воспользоваться принципом Д'Аламбера, сущность которого состоит в том, что к определенному звену механизма прикладывают все внешние силы (статические и динамические) с учетом их величины и направления, составляют для полученной системы сил уравнения равновесия, решая которые, находят величину равнодействующей силы в данный момент.

Определение потребной мощности.

Перечисленные выше параметры: производительность, конструктивные размеры основных рабочих органов проектируемого объекта, действующие на них силы, а также кинематические характеристики в совокупности определяют потребное количество энергии для его привода.

В основе всех методик расчета мощности N (Вт) привода машин лежит общее положение, исходящее из самого понятия мощности - при равномерном движении потребная мощность для его осуществления равна

работе A , совершенной в единицу времени, и рассчитывается как произведение силы и скорости. Действительно, при поступательном движении

$$N = \frac{A}{T} = \frac{PS}{t} = PV, \text{ Вт} \quad (1.3)$$

или

$$N = PV \cdot 10^{-3}, \text{ кВт} \quad (1.4)$$

где A — работа, Дж; P — действующая сила, H, S — пройденный путь, м; V — скорость, м/с; t — время, с.

Если тело совершает вращательное движение, то его окружная скорость $V = \omega R$ (здесь ω — угловая скорость вращающегося тела и R — его радиус). В этом случае мощность для привода вращающегося тела составит $N = P\omega R$. Поскольку произведение P представляет собой вращающийся момент $M_{\text{вр}}$, то формула примет вид:

$$N = M_{\text{вр}}\omega \quad (1.5)$$

Таким образом, для определения мощности при вращении тела с постоянной скоростью достаточно знать вращающий момент, равный произведению окружного усилия P и радиуса вращения R , т.е. плечу приложения силы $R = \frac{D}{2}$ (здесь D — диаметр окружности).

Поскольку $\omega = \frac{\pi n}{30}$, то формула мощности примет вид

$$N = M_{\text{вр}} \frac{\pi n}{30}, \text{ Вт} \quad \text{или} \quad N = M_{\text{вр}} n \cdot 10^{-4}, \text{ кВт} \quad (1.6)$$

где n — частота вращения вала, об/мин.

Учтя мощность, потребную на преодоление различных сопротивлений, можно найти суммарную мощность, необходимую для преодоления непроизводительных сопротивлений машины. По сумме указанных мощностей можно выбирать мощность приводного электродвигателя машины.

Подобным образом можно найти потребную мощность привода машин, у которых нагрузки во время работы существенно не изменяются. К таким машинам можно отнести, например, смесители, конвейеры, мельницы и т.д.

Наиболее сложным является определение сил технологических сопротивлений, так как они зависят от большого числа факторов: физико-химических свойств обрабатываемого сырья (продукта), реологических и адгезионных характеристик, режима обработки (скорости, давления, температуры) и т.д. Эти сведения можно найти в учебниках и справочной ли-

тературе. Лишь в крайних случаях можно принять мощность по известным прототипам отдельных рабочих органов или машин.

После расчета потребной мощности на ведущем валу $N_{вд}$ определяют номинальную мощность электродвигателя с учетом КПД передач привода:

$$N = \frac{N_{вд}}{\eta} \quad (1.7)$$

При последовательном соединении передач общий КПД равен произведению частичных КПД, например:

$$\eta = \eta_p \cdot \eta_ч \cdot \eta_з \quad (1.8)$$

Выбор электродвигателя привода машины.

Электродвигатели привода машины подбирают в зависимости от мощности, потребной для вращений ведущего вала, и его частоты вращения, условий эксплуатации и желаемого конструктивного выполнения двигателя.

В приводах машин обычно используют трехфазные электродвигатели переменного тока. Эти двигатели выпускают двух типов: синхронные и асинхронные.

Синхронные двигатели работают с постоянной угловой скоростью независимо от нагрузки. Основное преимущество их по сравнению с асинхронными двигателями – более высокий КПД, постоянно угловой скорости, большой коэффициент перегрузки; недостатки – более сложный уход, большая стоимость.

Трехфазные асинхронные двигатели имеют ряд преимуществ: простота конструкции, меньшая стоимость, простейший уход, непосредственное включение в трехфазную сеть переменного тока без преобразователей. Недостатки их по сравнению с двигателями постоянного тока – ограниченная возможность регулирования угловой скорости.

Надо учитывать, что с повышением частоты вращения масса двигателя и его габариты уменьшаются, снижается стоимость, однако рабочий ресурс тоже уменьшается. Поэтому для приводов общего назначения, если нет специальных указаний, предпочтительны двигатели с частотами вращения $n_c = 1500$ или 1000 мин^{-1} .

2. КОНВЕЙЕРЫ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ В ЦЕХАХ ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ.

Производство древесных плит представляет собой технологический процесс, при реализации которого измельченная древесина (щепа, стружка, волокно) непрерывно перемещается от одной технологической операции к другой. Вид используемого непрерывного транспорта для измельченной древесины во многом определяет стабильность технологического процесса. Для транспортирования измельченной древесины применяют, в основном ленточные, скребковые и винтовые конвейеры, а также пневмотранспортные установки.

Ленточные конвейеры относятся к транспортным устройствам широкого применения. Эти конвейеры просты по устройству, надежны и экономичны. Они могут использоваться для транспортирования сыпучих материалов преимущественно в горизонтальном положении. Допустимый угол установки не превышает 30° .

Скребковые конвейеры обеспечивают любое, вплоть до вертикального, перемещение измельченных древесных материалов. Преимуществом конвейеров этого типа является также возможность загрузки и разгрузки материала в любом месте конвейера. При транспортировании стружки на этом конвейере происходит некоторое измельчение частиц.

Винтовые конвейеры могут перемещать сыпучие материалы в горизонтальном, наклонном и вертикальном положениях. Эти конвейеры используются для дозированной подачи стружки и щепы.

Пневмотранспортные установки используются для транспортирования измельченной древесины на большие расстояния. Они имеют ряд существенных недостатков: высокие энергозатраты на транспортирование материала; шум при работе этих устройств; доизмельчение материала в процессе транспортирования; выброс пыли в окружающую среду.

2.1. ЛЕНТОЧНЫЕ КОНВЕЙЕРЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ.

Существенным преимуществом ленточных конвейеров является значительная производительность. Ленточные конвейеры могут иметь сложные трассы с горизонтальными и наклонными участками, а также с изгибами в горизонтальной плоскости (рис. 2.1). Скорость ленты конвейера составляет обычно $0,5 \dots 2$ м/с, а в отдельных случаях до 8 м/с [17].

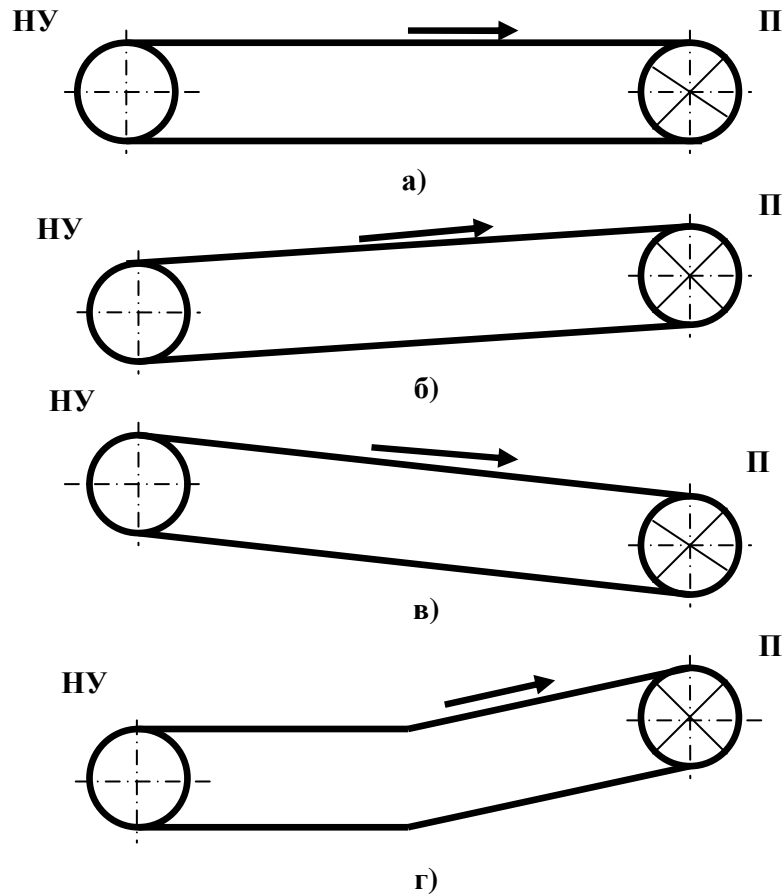


Рис. 2.1. Схемы трасс ленточных конвейеров: а – горизонтального; б – наклонного с уклоном вверх; в – наклонного с уклоном вниз; г – горизонтально-наклонного (П – приводной барабан; НУ – натяжное устройство).

Ленточные конвейеры классифицируют по следующим признакам:

- по области применения – на конвейеры общего назначения, специальные (для погрузочных машин, транспортирования людей, передвижные и др.) и подземные;
- по форме трассы – на простые с одним прямолинейным участком и сложные с «ломаной» трассой;
- по направлению движения груза – на подъемные с уклоном вверх, спускные с уклоном вниз и горизонтальные;
- по форме ленты и размещению груза на ней – на конвейеры с плоской и желобчатой лентой, с верхней и нижней или обеими несущими ветвями;

- по типу тягового элемента – на конвейеры с резиноканево-вой, резинокросовой, стальной и проволоочной лентами;
- по углу наклона трассы – на горизонтальные, пологонаклонные и крутонаклонные (более 22°).

Несущим и тяговым элементом ленточного конвейера общего назначения является бесконечная гибкая лента, опирающаяся на роликовые опоры и огибающая на концах конвейера приводной и натяжной барабаны. Для повышения производительности конвейера делают трехроликовые опоры, благодаря чему лента приобретает форму желоба, что позволяет повысить загрузку конвейера. У коротких конвейеров, часто используемых для перемещения штучных грузов, рабочая ветвь ленты может скользить по деревянному или металлическому настилу. Движение передается ленте фрикционным способом от приводного барабана. Необходимое начальное натяжение ленты обеспечивается натяжным барабаном при помощи натяжного устройства грузового или винтового типа. Сыпучий груз подается на ленту с помощью загрузочного устройства (загрузочной воронки), устанавливаемого обычно в начале конвейера у концевого (натяжного) барабана. Разгрузка ленты может быть концевой или промежуточной.

Для очистки рабочей стороны ленты от оставшихся частиц устанавливают вращающиеся щетки или очистной скребок. Также во многих случаях необходимо очищать обратную сторону несущей ленты от прилипших частиц. Это повышает равномерность движения ленты и снижает её износ.

Привод ленточного конвейера (см. рис 2.2) состоит из барабана (1), соединительных муфт (2), редуктора (3) и электродвигателя (4).

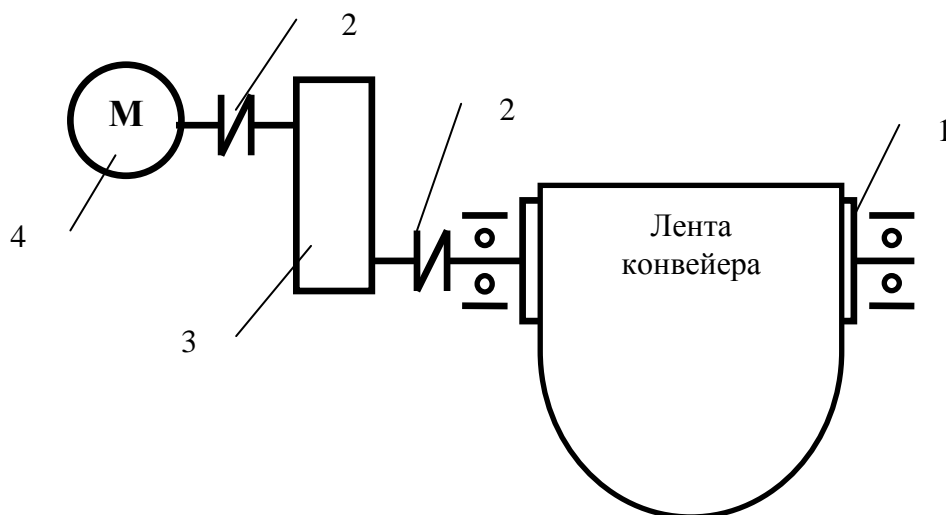


Рис. 2.2. Кинематическая схема привода ленточного конвейера

Производительность ленточного конвейера, т/ч, определяют по формуле:

$$P = 3600 F v \rho_n, \quad (2.1)$$

где F – площадь поперечного сечения слоя материала на ленте, м²; v – скорость движения ленты, м/с; ρ_n – насыпная плотность транспортируемого материала, т/м³ (см. приложение).

После подстановки в формулу (2.1) выражения площади поперечного сечения слоя материала на ленте получим для ленточного конвейера с плоской лентой:

$$P = 576 B^2 c \rho_n v \operatorname{tg}(0,35\varphi) \quad [\text{т/ч}]; \quad (2.2)$$

для конвейера с желобчатой лентой:

$$P_{ж} = 160 B^2 v \rho_n [3,6 c \operatorname{tg}(0,35\varphi) + 1] \quad [\text{т/ч}], \quad (2.3)$$

где B – ширина ленты, м; c – коэффициент, учитывающий рассыпание материала, при угле наклона конвейера до 10° $c = 1,0$, при угле наклона 10 ... 15° $c = 0,95$ и при угле наклона 15 ... 20° $c = 0,9$; φ – угол естественного откоса материала в состоянии покоя, град (для щепы, опилок и мелких древесных частиц $\varphi = 35 \dots 40^\circ$, для стружки $\varphi = 40 \dots 45^\circ$).

Требуемая производительность конвейера обычно бывает известной. Тогда расчет сводится к определению ширины ленты или скорости ее движения. Расчетную ширину ленты следует округлить до ближайшего стандартного размера. Эти расчеты производят, используя формулы (2.2), (2.3).

Мощность на приводном валу ленточного конвейера, кВт, определяют по формуле:

$$N = (KLv + 0,00015PL + 0,0028PH)K_1K_2, \quad (2.4)$$

где L – длина конвейера, м; v – скорость движения ленты, м/с; P – производительность конвейера, т/ч; H – высота подъема наклонного конвейера, м; K – коэффициент, зависящий от ширины ленты, собственной массы и типа подшипников; для конвейеров с роликовыми опорами на подшипниках качения:

Ширина ленты, мм	400	500	650	800	1000	1200
Коэффициент K	0,015	0,018	0,023	0,028	0,038	0,048

Для конвейеров с роликовыми опорами на подшипниках скольжения коэффициент K возрастает в 3 ... 4 раза; K_1 – коэффициент, учитывающий сопротивление на концевых барабанах, в зависимости от длины конвейера принимается следующим:

Длина конвейера, м	до 15	15 ... 30	30 ... 45	свыше 45
Коэффициент K_1	1,25	1,12	1,05	1,0

K_2 – коэффициент, учитывающий сопротивление отклоняющих барабанов, в зависимости от числа перегибов и угла охвата барабанов лентой равный 1,03 ... 1,07.

Установленная мощность электродвигателя привода ленточного конвейера определяется по формуле:

$$N = K_o N / \eta, \quad (2.5)$$

где K_o – коэффициент запаса мощности, равный 1,1 ... 1,3; η – к.п.д. механизма привода, равный 0,85 ... 0,95.

ЗАДАНИЕ № 2.1

Определить производительность плоского ленточного конвейера и установленную мощность электродвигателя привода конвейера при следующих исходных данных

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 2.1	Примечание
1	2	3
1	Длина конвейера – 10 м; Ширина конвейерной ленты – 0,40 м; Скорость движения конвейерной ленты – 0,5 м/с; Вид транспортируемого материала – мелкая стружка; Высота подъема наклонного конвейера – 1 м.	Конвейер наклонный: определить угол наклона конвейера. Используются роликовые опоры на подшипниках скольжения.
2	Длина конвейера – 40 м; Ширина конвейерной ленты – 1,0 м; Скорость движения конвейерной ленты – 1,5 м/с; Вид транспортируемого материала – щепа технологическая; Угол наклона конвейера – 10°.	Конвейер наклонный: определить высоту подъема конвейера. Используются роликовые опоры на подшипниках качения.
3	Длина конвейера – 20 м; Ширина конвейерной ленты – 0,80 м; Скорость движения конвейерной ленты – 1,0 м/с; Вид транспортируемого материала – мелкая стружка.	Конвейер горизонтальный. Используются роликовые опоры на подшипниках скольжения.
4	Длина конвейера – 30 м; Ширина конвейерной ленты – 0,80 м; Скорость движения конвейерной ленты – 2,0 м/с; Вид транспортируемого материала – опилки древесные; Высота подъема наклонного конвейера – 2 м.	Конвейер наклонный: определить угол наклона конвейера. Используются роликовые опоры на подшипниках качения.
5	Длина конвейера – 50 м; Ширина конвейерной ленты – 1,2 м; Скорость движения конвейерной ленты – 1,0 м/с; Вид транспортируемого материала – щепа технологическая; Угол наклона конвейера – 13°.	Конвейер наклонный: определить высоту подъема конвейера. Используются роликовые опоры на подшипниках скольжения.
6	Длина конвейера – 60 м; Ширина конвейерной ленты – 1,0 м; Скорость движения конвейерной ленты – 1,2 м/с; Вид транспортируемого материала – опилки.	Конвейер горизонтальный. Используются роликовые опоры на подшипниках качения.
7	Длина конвейера – 20 м; Ширина конвейерной ленты – 0,65 м; Скорость движения конвейерной ленты – 1,0 м/с; Вид транспортируемого материала – опилки; Высота подъема наклонного конвейера – 0,5 м.	Конвейер наклонный: определить угол наклона конвейера. Используются роликовые опоры на подшипниках качения.

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 2.1	Примечание
1	2	3
8	<p>Длина конвейера – 40 м; Ширина конвейерной ленты – 1,0 м; Скорость движения конвейерной ленты – 2,0 м/с; Вид транспортируемого материала – щепа технологическая; Угол наклона конвейера – 10°.</p>	<p>Конвейер наклонный: определить высоту подъема конвейера. Используются роликовые опоры на подшипниках качения.</p>
9	<p>Длина конвейера – 30 м; Ширина конвейерной ленты – 1,2 м; Скорость движения конвейерной ленты – 0,5 м/с; Вид транспортируемого материала – опилки древесные.</p>	<p>Конвейер горизонтальный. Используются роликовые опоры на подшипниках скольжения.</p>
10	<p>Длина конвейера – 45 м; Ширина конвейерной ленты – 0,80 м; Скорость движения конвейерной ленты – 0,6 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка; Высота подъема наклонного конвейера – 1,5 м.</p>	<p>Конвейер наклонный: определить угол наклона конвейера. Используются роликовые опоры на подшипниках качения.</p>
11	<p>Длина конвейера – 48 м; Ширина конвейерной ленты – 0,8 м; Скорость движения конвейерной ленты – 1,5 м/с; Вид транспортируемого материала – щепа технологическая; Угол наклона конвейера – 12°.</p>	<p>Конвейер наклонный: определить высоту подъема конвейера. Используются роликовые опоры на подшипниках качения.</p>
12	<p>Длина конвейера – 20 м; Ширина конвейерной ленты – 1,0 м; Скорость движения конвейерной ленты – 0,7 м/с; Вид транспортируемого материала – опилки древесные.</p>	<p>Конвейер горизонтальный. Используются роликовые опоры на подшипниках скольжения.</p>
13	<p>Длина конвейера – 25 м; Ширина конвейерной ленты – 1,20 м; Скорость движения конвейерной ленты – 0,3 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка; Высота подъема наклонного конвейера – 3,5 м.</p>	<p>Конвейер наклонный: определить угол наклона конвейера. Используются роликовые опоры на подшипниках скольжения.</p>
14	<p>Длина конвейера – 34 м; Ширина конвейерной ленты – 0,65 м; Скорость движения конвейерной ленты – 1,0 м/с; Вид транспортируемого материала – щепа технологическая; Угол наклона конвейера – 16°.</p>	<p>Конвейер наклонный: определить высоту подъема конвейера. Используются роликовые опоры на подшипниках качения.</p>
15	<p>Длина конвейера – 60 м; Ширина конвейерной ленты – 0,5 м; Скорость движения конвейерной ленты – 0,5 м/с; Вид транспортируемого материала – опилки древесные.</p>	<p>Конвейер горизонтальный. Используются роликовые опоры на подшипниках скольжения.</p>

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 2.1	Примечание
1	2	3
16	<p>Длина конвейера – 15 м; Ширина конвейерной ленты – 1,0 м; Скорость движения конвейерной ленты – 0,9 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка; Высота подъема наклонного конвейера – 0,5 м.</p>	<p>Конвейер наклонный: определить угол наклона конвейера. Используются роликовые опоры на подшипниках скольжения.</p>
17	<p>Длина конвейера – 52 м; Ширина конвейерной ленты – 0,8 м; Скорость движения конвейерной ленты – 2,0 м/с; Вид транспортируемого материала – щепа технологическая; Угол наклона конвейера – 5°.</p>	<p>Конвейер наклонный: определить высоту подъема наклонного конвейера. Используются роликовые опоры на подшипниках качения.</p>
18	<p>Длина конвейера – 40 м; Ширина конвейерной ленты – 0,8 м; Скорость движения конвейерной ленты – 0,5 м/с; Вид транспортируемого материала – опилки древесные.</p>	<p>Конвейер горизонтальный. Используются роликовые опоры на подшипниках скольжения.</p>
19	<p>Длина конвейера – 35 м; Ширина конвейерной ленты – 1,0 м; Скорость движения конвейерной ленты – 0,6 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка; Высота подъема наклонного конвейера – 0,5 м.</p>	<p>Конвейер наклонный: определить угол наклона конвейера. Используются роликовые опоры на подшипниках скольжения.</p>
20	<p>Длина конвейера – 26 м; Ширина конвейерной ленты – 0,8 м; Скорость движения конвейерной ленты – 1,2 м/с; Вид транспортируемого материала – щепа технологическая; Угол наклона конвейера – 8°.</p>	<p>Конвейер наклонный: определить высоту подъема наклонного конвейера. Используются роликовые опоры на подшипниках качения.</p>
21	<p>Длина конвейера – 16 м; Ширина конвейерной ленты – 0,8 м; Скорость движения конвейерной ленты – 1,0 м/с; Вид транспортируемого материала – щепа технологическая; Угол наклона конвейера – 5°.</p>	<p>Конвейер наклонный: определить высоту подъема наклонного конвейера. Используются роликовые опоры на подшипниках скольжения.</p>
22	<p>Длина конвейера – 45 м; Ширина конвейерной ленты – 1,0 м; Скорость движения конвейерной ленты – 0,9 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка; Высота подъема наклонного конвейера – 1,5 м.</p>	<p>Конвейер наклонный: определить угол наклона конвейера. Используются роликовые опоры на подшипниках скольжения.</p>

ЗАДАНИЕ № 2.2

Определить производительность ленточного конвейера (опора на три ролика – лента имеет форму желоба) и установленную мощность электродвигателя привода конвейера при следующих исходных данных

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 2.2	Примечание
1	2	3
1	Длина конвейера – 30 м; Ширина конвейерной ленты – 1,0 м; Скорость движения конвейерной ленты – 0,5 м/с; Вид транспортируемого материала – мелкая стружка; Высота подъема наклонного конвейера – 2 м.	Конвейер наклонный: определить угол наклона конвейера. Используются ролик-опоры на подшипниках скольжения.
2	Длина конвейера – 40 м; Ширина конвейерной ленты – 1,2 м; Скорость движения конвейерной ленты – 1,3 м/с; Вид транспортируемого материала – щепа технологическая; Угол наклона конвейера – 11°.	Конвейер наклонный: определить высоту подъема конвейера. Используются ролик-опоры на подшипниках качения.
3	Длина конвейера – 35 м; Ширина конвейерной ленты – 0,80 м; Скорость движения конвейерной ленты – 1,2 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка.	Конвейер горизонтальный. Используются ролик-опоры на подшипниках скольжения.
4	Длина конвейера – 27 м; Ширина конвейерной ленты – 0,80 м; Скорость движения конвейерной ленты – 1,0 м/с; Вид транспортируемого материала – опилки древесные; Высота подъема наклонного конвейера – 1,2 м.	Конвейер наклонный: определить угол наклона конвейера. Используются ролик-опоры на подшипниках качения.
5	Длина конвейера – 44 м; Ширина конвейерной ленты – 1,2 м; Скорость движения конвейерной ленты – 0,7 м/с; Вид транспортируемого материала – щепа технологическая; Угол наклона конвейера – 7°.	Конвейер наклонный: определить высоту подъема конвейера. Используются ролик-опоры на подшипниках скольжения.
6	Длина конвейера – 60 м; Ширина конвейерной ленты – 1,0 м; Скорость движения конвейерной ленты – 0,9 м/с; Вид транспортируемого материала – опилки древесные.	Конвейер горизонтальный. Используются ролик-опоры на подшипниках качения.
7	Длина конвейера – 30 м; Ширина конвейерной ленты – 1,0 м; Скорость движения конвейерной ленты – 1,0 м/с; Вид транспортируемого материала – опилки древесные; Высота подъема наклонного конвейера – 1,5 м.	Конвейер наклонный: определить угол наклона конвейера. Используются ролик-опоры на подшипниках качения.

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 2.2	Примечание
1	2	3
8	Длина конвейера – 40 м; Ширина конвейерной ленты – 1,2 м; Скорость движения конвейерной ленты – 1,0 м/с; Вид транспортируемого материала – щепа технологическая; Угол наклона конвейера – 5°.	Конвейер наклонный: определить высоту подъема конвейера. Используются роликовые опоры на подшипниках качения.
9	Длина конвейера – 50 м; Ширина конвейерной ленты – 1,2 м; Скорость движения конвейерной ленты – 0,7 м/с; Вид транспортируемого материала – опилки древесные.	Конвейер горизонтальный. Используются роликовые опоры на подшипниках скольжения.
10	Длина конвейера – 35 м; Ширина конвейерной ленты – 0,8 м; Скорость движения конвейерной ленты – 1,2 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка; Высота подъема наклонного конвейера – 0,5 м.	Конвейер наклонный: определить угол наклона конвейера. Используются роликовые опоры на подшипниках качения.
11	Длина конвейера – 50 м; Ширина конвейерной ленты – 0,8 м; Скорость движения конвейерной ленты – 0,5 м/с; Вид транспортируемого материала – щепа технологическая; Угол наклона конвейера – 8°.	Конвейер наклонный: определить высоту подъема конвейера. Используются роликовые опоры на подшипниках качения.
12	Длина конвейера – 30 м; Ширина конвейерной ленты – 1,2 м; Скорость движения конвейерной ленты – 0,9 м/с; Вид транспортируемого материала – опилки древесные.	Конвейер горизонтальный. Используются роликовые опоры на подшипниках скольжения.
13	Длина конвейера – 35 м; Ширина конвейерной ленты – 1,20 м; Скорость движения конвейерной ленты – 0,6 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка; Высота подъема наклонного конвейера – 1,5 м.	Конвейер наклонный: определить угол наклона конвейера. Используются роликовые опоры на подшипниках скольжения.
14	Длина конвейера – 28 м; Ширина конвейерной ленты – 0,8 м; Скорость движения конвейерной ленты – 1,0 м/с; Вид транспортируемого материала – щепа технологическая; Угол наклона конвейера – 5°.	Конвейер наклонный: определить высоту подъема конвейера. Используются роликовые опоры на подшипниках качения.
15	Длина конвейера – 60 м; Ширина конвейерной ленты – 1,2 м; Скорость движения конвейерной ленты – 1,5 м/с; Вид транспортируемого материала – опилки древесные.	Конвейер горизонтальный. Используются роликовые опоры на подшипниках скольжения.

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 2.2	Примечание
1	2	3
16	<p>Длина конвейера – 35 м; Ширина конвейерной ленты – 1,0 м; Скорость движения конвейерной ленты – 1,0 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка; Высота подъема наклонного конвейера – 2,5 м.</p>	<p>Конвейер наклонный: определить угол наклона конвейера. Используются роликовые опоры на подшипниках скольжения.</p>
17	<p>Длина конвейера – 32 м; Ширина конвейерной ленты – 0,8 м; Скорость движения конвейерной ленты – 1,0 м/с; Вид транспортируемого материала – щепа технологическая; Угол наклона конвейера – 5°.</p>	<p>Конвейер наклонный: определить высоту подъема наклонного конвейера. Используются роликовые опоры на подшипниках качения.</p>
18	<p>Длина конвейера – 30 м; Ширина конвейерной ленты – 1,2 м; Скорость движения конвейерной ленты – 0,7 м/с; Вид транспортируемого материала – опилки древесные.</p>	<p>Конвейер горизонтальный. Используются роликовые опоры на подшипниках скольжения.</p>
19	<p>Длина конвейера – 45 м; Ширина конвейерной ленты – 1,0 м; Скорость движения конвейерной ленты – 1,6 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка; Высота подъема наклонного конвейера – 2,5 м.</p>	<p>Конвейер наклонный: определить угол наклона конвейера. Используются роликовые опоры на подшипниках скольжения.</p>
20	<p>Длина конвейера – 43 м; Ширина конвейерной ленты – 0,8 м; Скорость движения конвейерной ленты – 1,0 м/с; Вид транспортируемого материала – щепа технологическая; Угол наклона конвейера – 4°.</p>	<p>Конвейер наклонный: определить высоту подъема наклонного конвейера. Используются роликовые опоры на подшипниках качения.</p>
21	<p>Длина конвейера – 30 м; Ширина конвейерной ленты – 1,0 м; Скорость движения конвейерной ленты – 1,4 м/с; Вид транспортируемого материала – щепа технологическая; Угол наклона конвейера – 5°.</p>	<p>Конвейер наклонный: определить высоту подъема наклонного конвейера. Используются роликовые опоры на подшипниках качения.</p>
22	<p>Длина конвейера – 45 м; Ширина конвейерной ленты – 0,8 м; Скорость движения конвейерной ленты – 1,2 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка; Высота подъема наклонного конвейера – 3,5 м.</p>	<p>Конвейер наклонный: определить угол наклона конвейера. Используются роликовые опоры на подшипниках скольжения.</p>

2.2 СКРЕБКОВЫЕ КОНВЕЙЕРЫ И КОНВЕЙЕРЫ С ПОГРУЖЕННЫМИ СКРЕБКАМИ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ.

Скребковые конвейеры. В скребковых конвейерах материал (щепа, стружка) перемещается волоком с помощью скребков, скользящих по желобу прямоугольного или округлого сечения. Направление перемещения горизонтальное или наклонное под углом до 45 °. При большом угле наклона резко падает производительность конвейера [17].

Конвейер обычно имеет закрытый металлический короб прямоугольного сечения, нижняя часть которого образует желоб. В коробе размещается цепь (или две цепи) с прикрепленными к ней скребками. Нижняя, рабочая, ветвь цепи протягивает скребки по желобу, перемещая, таким образом, материал. Цепь натянута на приводной и натяжной звездочках и приводится ими в движение. При длине скребка до 500 мм используют одну цепь, при большей длине скребка устанавливают две цепи. Скребки делают из фанеры, пластика или из прорезиненной ленты. Длина скребков обычно в пределах 200 . . . 1000 мм, а ширина (высота) равна 0,25 . . . 0,5 длины скребка. Расстояние между скребками принимают равным трем – шести шагам цепи. Скорость перемещения скребков обычно 0,2 . . . 0,6 м/с. Длина конвейера до 50 . . . 60 м.

Производительность скребкового конвейера, т/ч, определяют по формуле:

$$P = 3600bhv\rho_n K_1 K_2, \quad (2.6)$$

где b и h — длина и высота скребка, м; v — скорость движения скребков, м/с; ρ_n — насыпная плотность материала, т/м³; K_1 — коэффициент заполнения желоба, равный 0,5 . . . 0,6; K_2 — коэффициент, учитывающий влияние наклона конвейера:

Угол наклона, град	0 . . . 10	20	30	35	40
Коэффициент, K_2	1	0,85	0,75	0,60	0,50

Тяговое усилие, Н, в рабочей цепи конвейера определяют по формуле:

$$P = 1,15L_r(g\mu + 2g_0\omega + gH), \quad (2.7)$$

где g — нагрузка на 1 м погонной длины ($g = P/3,6v$), Н/м; L_r — длина проекции конвейера на горизонтальную плоскость, м; μ — коэффициент трения материала о желоб (для щепы и сырой стружки $\mu = 0,4 \dots 0,5$, для сухой стружки $\mu = 0,25 \dots 0,35$); ω — коэффициент сопротивления движущихся частей конвейера, равный 0,2 . . . 0,15 для безроликовых цепей и 0,1 . . . 0,12 для роликовых цепей; H — высота подъема материала, м; g_0 — вес 1 м погонной длины цепей со скребками, Н/м; для приближенных расчетов

принимается равной 50 ... 60 для одноцепных и 60 ... 80 для двухцепных конвейеров.

Мощность двигателя привода конвейера, кВт, определяют по формуле:

$$N = Pv / (1000\eta), \quad (2.8)$$

где η — КПД передачи мощности от вала двигателя до вала ведущей звездочки, равной 0,7 ... 0,9.

Конвейеры с погруженными скребками, или конвейеры Редлера (по имени их изобретателя), отличаются тем, что скребки в них полностью погружены в транспортируемый материал, который целиком заполняет желоб. Конвейер этого типа выдает материал не порциями, как скребковый конвейер, а сплошным потоком. По ходу движения; наклон конвейера может меняться (рис. 2.3).

Конвейер с погруженными скребками представляет собой закрытый металлический короб прямоугольного сечения. Внутри короба движется замкнутая тяговая цепь со специальными фигурными скребками.

Конвейеры с шириной короба до 320 мм делают одноцепными. При ширине короба более 320 мм устанавливают две параллельные тяговые цепи.

Скорость движения цепи конвейера при транспортировании щепы рекомендуется в пределах 0,2 ... 0,3 м/с, при перемещении стружка — 0,4 ... 0,5 м/с.

Расчет площади поперечного сечения потока материала, m^2 , перемещаемого конвейером, можно определить из выражений:

$$F = \frac{P_m}{3600Kv\rho_n} = \frac{P_v}{3600Kv'} \quad (2.9)$$

где P_m и P_v — часовая производительность конвейера соответственно в единицах массы и единицах объема; v — выбранная скорость движения цепи, м/с; ρ_n — плотность транспортируемого материала, kg/m^3 ; K — приведенный коэффициент производительности, учитывающий степень уплотнения материала в желобе конвейера, потери полезного объема из-за размещения в желобе цепей и скребков, а также отставание в движении материала от тягового органа; для горизонтальных и пологонаклонных конвейеров $K = 0,83 ... 0,99$, для вертикальных и крутонаклонных конвейеров $K = 0,45 ... 0,50$.

По рассчитанной площади поперечного сечения материала выбирают размер короба конвейера. Выбранный типоразмер конвейера должен удовлетворять выражению:

$$F \leq Bh, \quad (2.10)$$

где B – ширина желоба конвейера, м; h – максимальная высота слоя материала в рабочей части короба, м.

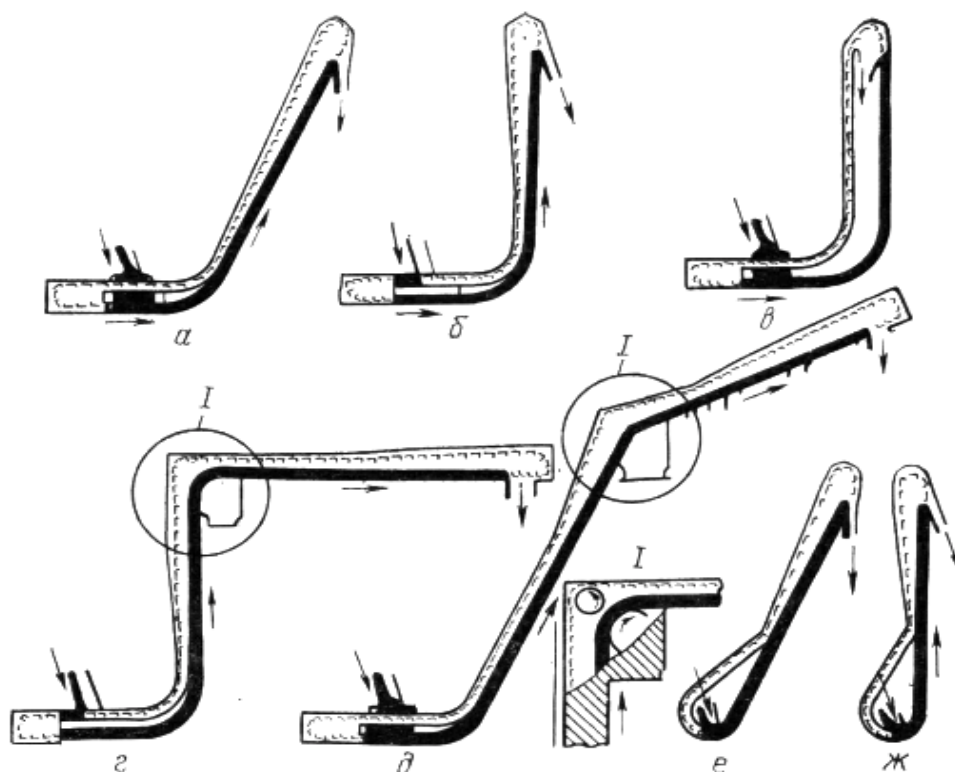


Рис. 2.3. Схемы конвейеров с погруженными скребками:
 а – горизонтально-наклонного; б, в – горизонтально-вертикальных;
 г – горизонтально-вертикально-горизонтального; д – горизонтально-наклонного с
 двойным наклоном; е – крутонаклонного; ж – вертикального

Максимальную расчетную производительность конвейера определяют по формулам:

$$\Pi_m = 3600Bh\nu\rho_n K, \quad (\text{кг/ч}); \quad (2.11)$$

$$\Pi_v = 3600Bh\nu K, \quad (\text{м}^3/\text{ч}); \quad (2.12)$$

Мощность на валу тяговых звездочек, кВт, ориентировочно можно определить по следующим формулам:

для пологонаклонных конвейеров

$$N = \frac{0,3(1+BL_r)}{\nu} + 0,03\Pi_m(H + 1,8f_1L_2); \quad (2.13)$$

для крутонаклонных и вертикальных конвейеров

$$N = \frac{0,07B}{\nu(H+4,3L_r)} + 0,005\Pi_m(1,6H + L_2f_1), \quad (2.14)$$

где L_r – длина проекции конвейера на горизонтальную плоскость, м; Π_m – производительность, т/ч; H – высота подъема материала, м; f_1 – коэффициент трения материалов о стенки желоба.

Для более точных расчетов разработаны номограммы (Г. Шарфом) для определения мощности привода горизонтальных, наклонных и вертикальных конвейеров с погруженными скребками применительно к условиям транспортировки древесных частиц. Для определения мощности привода по этим номограммам необходимо знать требуемую производительность Π_v , м³/ч, или Π_m , в т/ч, длину транспорта L и угол его наклона α .

Схемы расчета и номограммы для определения мощности привода горизонтальных и пологонаклонных конвейеров ($\alpha = 0 \dots 22^\circ$) при производительности от 0 до 100 м³/ч, крутонаклонных и вертикальных конвейеров ($\alpha = 45 \dots 90^\circ$) при производительности от 0 до 55 м³/ч приводятся в справочнике [3].

ЗАДАНИЕ № 2.3

Определить производительность скребкового конвейера и установленную мощность электродвигателя привода конвейера при следующих исходных данных

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 2.3	Примечание
1	2	3
1	Длина конвейера – 20 м; Длина скребка – 1000 мм; Скорость транспортирования – 0,5 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка внутреннего слоя; Высота подъема наклонного конвейера – 2 м.	Конвейер наклонный: определить угол наклона конвейера.
2	Длина конвейера – 40 м; Длина скребка – 500 мм; Скорость транспортирования – 0,3 м/с; Вид транспортируемого материала – щепа технологическая; Угол наклона конвейера – 15°.	Конвейер наклонный: определить высоту подъема наклонного конвейера.
3	Длина конвейера – 50 м; Длина скребка – 800 мм; Скорость транспортирования – 0,2 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка станочная.	Конвейер горизонтальный.
4	Длина конвейера – 60 м; Длина скребка – 800 мм; Скорость транспортирования – 0,6 м/с; Вид транспортируемого материала – щепа технологическая; Высота подъема наклонного конвейера – 4 м.	Конвейер наклонный: определить угол наклона конвейера.
5	Длина конвейера – 45 м; Длина скребка – 700 мм; Скорость транспортирования – 0,5 м/с; Вид транспортируемого материала – щепа технологическая; Угол наклона конвейера – 15°.	Конвейер наклонный: определить высоту подъема наклонного конвейера.
6	Длина конвейера – 60 м; Длина скребка – 500 мм; Скорость транспортирования – 0,4 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка.	Конвейер горизонтальный.
7	Длина конвейера – 30 м; Длина скребка – 800 мм; Скорость транспортирования – 0,3 м/с; Вид транспортируемого материала – щепа технологическая; Высота подъема наклонного конвейера – 1,5 м.	Конвейер наклонный: определить угол наклона конвейера.

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 2.3	Примечание
1	2	3
8	Длина конвейера – 40 м; Длина скребка – 900 мм; Скорость транспортирования – 0,5 м/с; Вид транспортируемого материала – щепа; Угол наклона конвейера – 35°	Конвейер наклонный: определить высоту подъема наклонного конвейера.
9	Длина конвейера – 50 м; Длина скребка – 500 мм; Скорость транспортирования – 0,4 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка внутреннего слоя.	Конвейер горизонтальный.
10	Длина конвейера – 35 м; Длина скребка – 700 мм; Скорость транспортирования – 0,2 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка внутреннего слоя; Высота подъема наклонного конвейера – 0,5 м.	Конвейер наклонный: определить угол наклона конвейера.
11	Длина конвейера – 50 м; Длина скребка – 1000 мм; Скорость транспортирования – 0,3 м/с; Вид транспортируемого материала – щепа технологическая; Угол наклона конвейера – 18°.	Конвейер наклонный: определить высоту подъема наклонного конвейера.
12	Длина конвейера – 60 м; Длина скребка – 500 мм; Скорость транспортирования – 0,5 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка.	Конвейер горизонтальный.
13	Длина конвейера – 55 м; Длина скребка – 600 мм; Скорость транспортирования – 0,3 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка; Высота подъема наклонного конвейера – 1,5 м.	Конвейер наклонный: определить угол наклона конвейера.
14	Длина конвейера – 28 м; Длина скребка – 900 мм; Скорость транспортирования – 0,4 м/с; Вид транспортируемого материала – щепа; Угол наклона конвейера – 25°.	Конвейер наклонный: определить высоту подъема наклонного конвейера.
15	Длина конвейера – 60 м; Длина скребка – 400 мм; Скорость транспортирования – 0,3 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка.	Конвейер горизонтальный.
16	Длина конвейера – 35 м; Длина скребка – 500 мм; Скорость транспортирования – 0,6 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка; Высота подъема наклонного конвейера – 2,5 м.	Конвейер наклонный: определить угол наклона конвейера.

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 2.3	Примечание
1	2	3
17	Длина конвейера – 54 м; Длина скребка – 800 мм; Скорость транспортирования – 0,4 м/с; Вид транспортируемого материала – щепа технологическая; Угол наклона конвейера – 5°.	Конвейер наклонный: определить высоту подъема наклонного конвейера.
18	Длина конвейера – 30 м; Длина скребка – 900 мм; Скорость транспортирования – 0,6 м/с; Вид транспортируемого материала – щепа технологическая.	Конвейер горизонтальный.
19	Длина конвейера – 45 м; Длина скребка – 600 мм; Скорость транспортирования – 0,5 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка; Высота подъема наклонного конвейера – 2,5 м.	Конвейер наклонный: определить угол наклона конвейера.
20	Длина конвейера – 40 м; Длина скребка – 800 мм; Скорость транспортирования – 0,3 м/с; Вид транспортируемого материала – щепа технологическая; Угол наклона конвейера – 25°.	Конвейер наклонный: определить высоту подъема наклонного конвейера.
21	Длина конвейера – 50 м; Длина скребка – 800 мм; Скорость транспортирования – 0,5 м/с; Вид транспортируемого материала – щепа технологическая; Угол наклона конвейера – 12°.	Конвейер наклонный: определить высоту подъема наклонного конвейера.
22	Длина конвейера – 28 м; Длина скребка – 900 мм; Скорость транспортирования – 0,4 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка внутреннего слоя; Угол наклона конвейера – 22°.	Конвейер наклонный: определить высоту подъема наклонного конвейера.

ЗАДАНИЕ № 2.4

Определить производительность конвейера с погруженными скребками и установленную мощность электродвигателя привода конвейера при следующих исходных данных

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 2.4	Примечание
1	2	3
1	Длина конвейера – 30 м; Высота слоя материала в рабочей части короба – 0,3 м; Скорость транспортирования – 0,5 м/с; Вид транспортируемого материала – мелкая стружка.	Конвейер горизонтальный. Ширина короба конвейера – 0,25 м.
2	Длина конвейера – 40 м; Высота слоя материала в рабочей части короба – 0,5 м; Скорость транспортирования – 0,4 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка внутреннего слоя.	Конвейер пологонаклонный. Ширина короба конвейера – 0,5 м.
3	Длина конвейера – 50 м; Высота слоя материала в рабочей части короба – 0,35 м; Скорость транспортирования – 0,45 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка наружного слоя.	Конвейер горизонтальный. Ширина короба конвейера – 0,55 м.
4	Длина конвейера – 30 м; Высота слоя материала в рабочей части короба – 0,45 м; Скорость транспортирования – 0,5 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка.	Конвейер пологонаклонный. Ширина короба конвейера – 0,6 м.
5	Длина конвейера – 30 м; Высота слоя материала в рабочей части короба – 0,5 м; Скорость транспортирования – 0,4 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка внутреннего слоя.	Конвейер вертикальный. Ширина короба конвейера – 0,5 м.
6	Длина конвейера – 20 м; Высота слоя материала в рабочей части короба – 0,3 м; Скорость транспортирования – 0,3 м/с; Вид транспортируемого материала – щепа.	Конвейер вертикальный. Ширина короба конвейера – 0,3 м.
7	Длина конвейера – 30 м; Высота слоя материала в рабочей части короба – 0,45 м; Скорость транспортирования – 0,2 м/с; Вид транспортируемого материала – технологическая щепа. Угол наклона конвейера – 65°.	Конвейер крутонаклонный. Ширина короба конвейера – 0,55 м.

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 2.4	Примечание
1	2	3
8	Длина конвейера – 40 м; Высота слоя материала в рабочей части короба – 0,3 м; Скорость транспортирования – 0,45 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка.	Конвейер вертикальный. Ширина короба конвейера – 0,55 м.
9	Длина конвейера – 60 м; Высота слоя материала в рабочей части короба – 0,3 м; Скорость транспортирования – 0,5 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка.	Конвейер горизонтальный. Ширина короба конвейера – 0,45 м.
10	Длина конвейера – 40 м; Высота слоя материала в рабочей части короба – 0,5 м; Скорость транспортирования – 0,4 м/с; Вид транспортируемого материала – мелкая стружка.	Конвейер горизонтальный. Ширина короба конвейера – 0,5 м.
11	Длина конвейера – 40 м; Высота слоя материала в рабочей части короба – 0,5 м; Скорость транспортирования – 0,3 м/с; Вид транспортируемого материала – щепа.	Конвейер крутонаклонный. Ширина короба конвейера – 0,65 м.
12	Длина конвейера – 30 м; Высота слоя материала в рабочей части короба – 0,3 м; Скорость транспортирования – 0,5 м/с; Вид транспортируемого материала – мелкая стружка.	Конвейер горизонтальный. Ширина короба конвейера – 0,4 м.
13	Длина конвейера – 20 м; Высота слоя материала в рабочей части короба – 0,7 м; Скорость транспортирования – 0,4 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка.	Конвейер вертикальный. Ширина короба конвейера – 0,85 м.
14	Длина конвейера – 40 м; Высота слоя материала в рабочей части короба – 0,55 м; Скорость транспортирования – 0,42 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка.	Конвейер горизонтальный. Ширина короба конвейера – 0,65 м.
15	Длина конвейера – 54 м; Высота слоя материала в рабочей части короба – 0,3 м; Скорость транспортирования – 0,45 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка внутреннего слоя.	Конвейер горизонтальный. Ширина короба конвейера – 0,55 м.
16	Длина конвейера – 50 м; Высота слоя материала в рабочей части короба – 0,55 м; Скорость транспортирования – 0,3 м/с; Вид транспортируемого материала – технол. щепа. Угол наклона конвейера – 55°.	Конвейер крутонаклонный. Ширина короба конвейера – 0,75 м.

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 2.4	Примечание
1	2	3
17	<p>Длина конвейера – 70 м; Высота слоя материала в рабочей части короба – 0,45 м; Скорость транспортирования – 0,4 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка наружного слоя.</p>	<p>Конвейер горизонтальный. Ширина короба конвейера – 0,8 м.</p>
18	<p>Длина конвейера – 30 м; Высота слоя материала в рабочей части короба – 0,45 м; Скорость транспортирования – 0,2 м/с; Вид транспортируемого материала – технологическая щепа.</p>	<p>Конвейер крутонаклонный. Ширина короба конвейера – 0,55 м.</p>
19	<p>Длина конвейера – 20 м; Высота слоя материала в рабочей части короба – 0,35 м; Скорость транспортирования – 0,25 м/с; Вид транспортируемого материала – технологическая щепа. Угол наклона конвейера – 65°.</p>	<p>Конвейер крутонаклонный. Ширина короба конвейера – 0,45 м.</p>
20	<p>Длина конвейера – 65 м; Высота слоя материала в рабочей части короба – 0,6 м; Скорость транспортирования – 0,4 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка внутреннего слоя.</p>	<p>Конвейер горизонтальный. Ширина короба конвейера – 0,75 м.</p>
21	<p>Длина конвейера – 60 м; Высота слоя материала в рабочей части короба – 0,50 м; Скорость транспортирования – 0,4 м/с; Вид транспортируемого материала – технологическая щепа. Угол наклона конвейера – 65°.</p>	<p>Конвейер крутонаклонный. Ширина короба конвейера – 0,45 м.</p>
22	<p>Длина конвейера – 50 м; Высота слоя материала в рабочей части короба – 0,3 м; Скорость транспортирования – 0,45 м/с; Вид транспортируемого материала – стружка внутреннего слоя.</p>	<p>Конвейер горизонтальный. Ширина короба конвейера – 0,8 м.</p>

2.3 ВИНТОВЫЕ КОНВЕЙЕРЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ.

По виду трассы различают горизонтальные, наклонные и вертикальные винтовые конвейеры.

Горизонтальный винтовой конвейер (рис. 2.4) состоит из желоба с полуцилиндрическим днищем (5), в котором вращается винт (3); вал винта поддерживается двумя концевыми подшипниками, в некоторых случаях устанавливаются промежуточные подвесные подшипники (2). Привод конвейера включает электродвигатель (8), редуктор (7) и соединительные муфты (6). При вращении винта в направлении стрелки на транспортируемый груз действуют поперечные составляющие сил давления винтовых лопастей на перемещаемый груз и сил трения этого груза о лопасти, в результате чего центр массы груза смещается влево. Возникающий при этом момент силы тяжести груза относительно центра винта препятствует дальнейшему вращению груза, и последний перемещается вдоль оси конвейера в направлении транспортирования. Разгружают желоб через одно или несколько отверстий в днище, снабженных затворами.

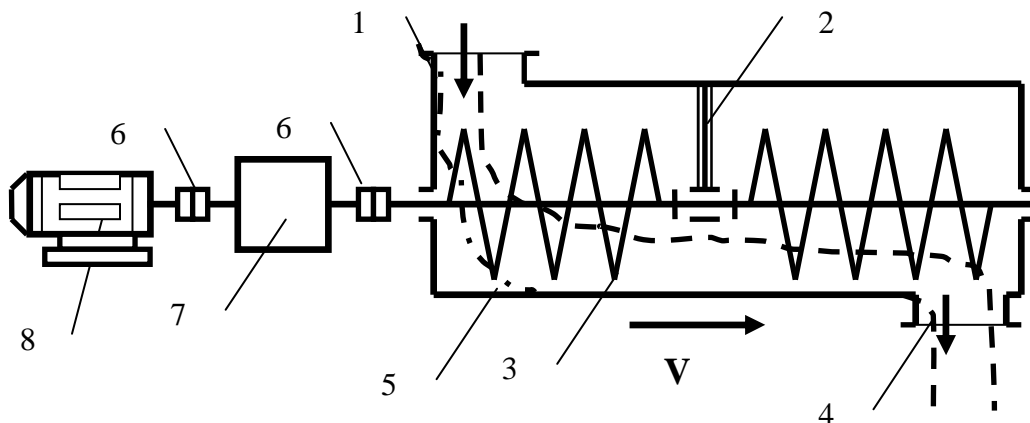


Рис. 2.4. Схема винтового конвейера

Наклонные винтовые конвейеры по значению угла наклона разделяют на полого- и крутонаклонные.

Пологонаклонные конвейеры по конструкции и принципу работы подобны горизонтальным конвейерам, а крутонаклонные – вертикальным. Винт вертикального конвейера расположен в вертикальной трубе и вращается с большой скоростью, увлекая при этом насыпной груз, подаваемый в конвейер горизонтальным питателем. Центробежная сила, возникающая в материале, заполняющем вертикальную трубу, вследствие его вращения, прижимает его к стенкам трубы, в результате чего возникает тангенциальная сила трения, и материал под действием винта начинает совершать восходящее движение. Траектория перемещения материала представляет собой винтовую линию с малым шагом.

Диаметры винтовых конвейеров нормализованы и равны: 0,10; 0,125; 0,15; 0,20; 0,25; 0,32; 0,4; 0,5; 0,65 и 0,8 м.

Длина горизонтальных винтовых конвейеров составляет обычно не более 60 м. Вертикальные винтовые конвейеры имеют высоту до 20 м, но в основном высота не превышает 5 ... 10 м.

При перемещении легкосыпучих материалов (щепы, стружки, опилок) шаг винта s принимают равным его диаметру D .

Производительность винтового конвейера, т/ч, определяют по формуле:

$$P_m = \frac{60\pi D^2}{4} sn\rho_n K_1 K_2 \quad (2.15)$$

где D – диаметр винта, м; s – шаг винта, м; n – частота вращения винта, равная 50 ... 180 мин^{-1} ; ρ_n – насыпная плотность материала, кг/м^3 ; K_1 – коэффициент заполнения: для щепы равный 0,15 ... 0,25, для стружки 0,2 ... 0,3, для опилок 0,3 ... 0,4; K_2 – коэффициент, учитывающий снижение производительности в зависимости от угла наклона α конвейера к горизонту:

Угол наклона, α град	0	5	10	15	20
Коэффициент, K_2	1,0	0,90	0,80	0,70	0,65

Потребную мощность двигателя, кВт, определяют по формуле:

$$N = \frac{P_m}{367\eta} (L\omega_0 + H), \quad (2.16)$$

где L – длина конвейера, м; H – высота подъема, м; η – КПД привода, равный 0,8 ... 0,9; ω_0 – суммарный коэффициент сопротивления движению материала по желобу (для щепы, сырой стружки и опилок равный 1,8 ... 2,5; для сухой стружки и мелких древесных частиц 1,5 ... 1,8).

ЗАДАНИЕ № 2.5

Определить производительность винтового конвейера и установленную мощность электродвигателя привода конвейера при следующих исходных данных

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 2.5	Примечание
1	2	3
1	Длина конвейера – 3 м; Диаметр винта – 0,32 м; Частота вращения винта – 50 мин ⁻¹ ; Вид транспортируемого материала – мелкая стружка.	Конвейер горизонтальный.
2	Длина конвейера – 14 м; Диаметр винта – 0,25 м; Частота вращения винта – 150 мин ⁻¹ ; Вид транспортируемого материала – стружка внутреннего слоя.	Конвейер наклонный. Угол наклона конвейера - 15°.
3	Длина конвейера – 4 м; Диаметр винта – 0,4 м; Частота вращения винта – 100 мин ⁻¹ ; Вид транспортируемого материала – мелкая стружка.	Конвейер горизонтальный.
4	Длина конвейера – 2,5 м; Диаметр винта – 0,5 м; Частота вращения винта – 120 мин ⁻¹ ; Вид транспортируемого материала – технологическая щепка.	Конвейер наклонный. Угол наклона конвейера - 10°.
5	Длина конвейера – 15 м; Диаметр винта – 0,5 м; Частота вращения винта – 90 мин ⁻¹ ; Вид транспортируемого материала – технологическая щепка.	Конвейер горизонтальный.
6	Длина конвейера – 30 м; Диаметр винта – 0,5 м; Частота вращения винта – 100 мин ⁻¹ ; Вид транспортируемого материала – технологическая щепка.	Конвейер наклонный. Угол наклона конвейера - 5°.
7	Длина конвейера – 4 м; Диаметр винта – 0,65 м; Частота вращения винта – 10 мин ⁻¹ ; Вид транспортируемого материала – стружка внутреннего слоя.	Конвейер наклонный. Угол наклона конвейера - 10°.
8	Длина конвейера – 2,5 м; Диаметр винта – 0,8 м; Частота вращения винта – 70 мин ⁻¹ ; Вид транспортируемого материала – технологическая щепка.	Конвейер наклонный. Угол наклона конвейера - 15°.

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 2.5	Примечание
1	2	3
9	Длина конвейера – 41 м; Диаметр винта – 0,45 м; Частота вращения винта – 120 мин ⁻¹ ; Вид транспортируемого материала – щепа.	Конвейер горизонтальный.
10	Длина конвейера – 35 м; Диаметр винта – 0,5 м; Частота вращения винта – 60 мин ⁻¹ ; Вид транспортируемого материала – технологическая щепа.	Конвейер горизонтальный.
11	Длина конвейера – 50 м; Диаметр винта – 0,65 м; Частота вращения винта – 50 мин ⁻¹ ; Вид транспортируемого материала – технологическая щепа.	Конвейер наклонный. Угол наклона конвейера - 20°.
12	Длина конвейера – 4,5 м; Диаметр винта – 0,45 м; Частота вращения винта – 90 мин ⁻¹ ; Вид транспортируемого материала – стружка внутреннего слоя.	Конвейер наклонный. Угол наклона конвейера - 5°.
13	Длина конвейера – 4,5 м; Диаметр винта – 0,65 м; Частота вращения винта – 50 мин ⁻¹ ; Вид транспортируемого материала – щепа.	Конвейер горизонтальный.
14	Длина конвейера – 25 м; Диаметр винта – 0,45 м; Частота вращения винта – 80 мин ⁻¹ ; Вид транспортируемого материала – стружка.	Конвейер горизонтальный.
15	Длина конвейера – 47 м; Диаметр винта – 0,25 м; Частота вращения винта – 130 мин ⁻¹ ; Вид транспортируемого материала – стружка внутреннего слоя.	Конвейер наклонный. Угол наклона конвейера - 15°.
16	Длина конвейера – 21 м; Диаметр винта – 0,32 м; Частота вращения винта – 70 мин ⁻¹ ; Вид транспортируемого материала – стружка.	Конвейер наклонный. Угол наклона конвейера - 10°.
17	Длина конвейера – 40 м; Диаметр винта – 0,32 м; Частота вращения винта – 80 мин ⁻¹ ; Вид транспортируемого материала – мелкая стружка.	Конвейер горизонтальный.
18	Длина конвейера – 3 м; Диаметр винта – 0,45 м; Частота вращения винта – 90 мин ⁻¹ ; Вид транспортируемого материала – стружка внутреннего слоя.	Конвейер наклонный. Угол наклона конвейера - 20°.

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 2.5	Примечание
1	2	3
19	Длина конвейера – 13 м; Диаметр винта – 0,32 м; Частота вращения винта – 110 мин ⁻¹ ; Вид транспортируемого материала – мелкая стружка.	Конвейер горизонтальный.
20	Длина конвейера – 35 м; Диаметр винта – 0,8 м; Частота вращения винта – 80 мин ⁻¹ ; Вид транспортируемого материала – технологическая щепа.	Конвейер наклонный. Угол наклона конвейера - 20°.
21	Длина конвейера – 20 м; Диаметр винта – 0,32 м; Частота вращения винта – 80 мин ⁻¹ ; Вид транспортируемого материала – стружка внутреннего слоя.	Конвейер наклонный. Угол наклона конвейера - 16°.
22	Длина конвейера – 25 м; Диаметр винта – 0,45 м; Частота вращения винта – 50 мин ⁻¹ ; Вид транспортируемого материала – мелкая стружка наружного слоя.	Конвейер горизонтальный.

2.4. ПНЕВМОТРАНСПОРТНЫЕ УСТАНОВКИ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ.

Особенности пневмотранспортных установок.

В пневмотранспортных установках количество воздуха определяется в соответствии с выбранной концентрацией смеси воздуха с материалом.

По величине разности давления, определяемой потерями давления в сети, установки пневматического транспорта разделяются: на установки низкого – до 5000 Па (до 500 кгс/м²), среднего – 5000 . . . 20 000 Па (500 . . . 2000 кгс/м²) и высокого давления – выше 20 000 Па (2000 кгс/м²). В пневмотранспортных установках используют сравнительно высокие концентрации аэросмеси – до 1% и более.

Трубопровод пневмотранспортных установок обычно не представляет сложной разветвленной системы.

Потери в трубах и в местных сопротивлениях рассчитывают с применением коэффициентов, учитывающих влияние транспортируемого материала. Эти коэффициенты отличаются от принятых при расчетах установок низкого давления.

Трубопроводы и отводы.

Трубопроводы пневмотранспортных установок почти всегда имеют круглое сечение. При расчете рекомендуется принимать следующие диаметры, мм: 300; 315; 340; 355; 375; 400; 425; 450; 475; 500; 530; 560; 600; 630; 670.

Для транспортных установок средней концентрации низкого и среднего давления и небольшой протяженности применяют трубы, изготовленные при помощи сварки из тонколистовой стали толщиной 1,6 мм.

Отводы (колена) – наиболее уязвимый элемент пневмотранспортной установки, так как именно в них чаще всего возникают завалы материала. Отводы подвержены сильному износу, особенно наружная стенка (по большому радиусу поворота). Поэтому толщина этой стенки должна, быть больше толщины основной трубы.

В местах изменения направления потока с горизонтального на вертикально-восходящее направление применяют отводы с радиусом поворота $R_0 = 2D$, во всех других случаях устанавливают отводы с радиусом поворота $R_0 = 5D$, (где D – диаметр трубопровода).

Последовательно установленные отводы должны находиться друг от друга на расстоянии не менее 6 . . . 7 м для отводов с $R_0 = 5D$ и 8 . . . 9 м для отводов с $R_0 = 2D$.

Для осмотра состояния внутренней поверхности трубопровода и его очистки в случаях завала измельченной древесиной по всей длине трубопровода на расстоянии 50 . . . 80 м друг от друга устраивают смотровые люки. Смотровые люки должны быть устроены также около тех отводов, где наиболее часто образуются завалы стружкой.

Загрузочные устройства.

Загрузочные устройства служат для равномерной подачи измельченной древесины в трубопроводы пневматических установок. В пневмотранспортных установках, выполняющих функции транспортных связей в технологическом процессе, материал часто загружается непосредственно от машин и станков (стружечных станков, дробилок, сушильных барабанов и др.).

Загрузка материала во всасывающие пневмотранспортные установки облегчается тем, что статическое давление воздушного потока в них меньше атмосферного давления. Поэтому вместе с материалом (стружкой) засасывается и атмосферный воздух, помогая движению материала в загрузочном устройстве – приемнике.

В нагнетательных пневмотранспортных установках статическое давление воздушного потока выше атмосферного. Поэтому для загрузки материала в нагнетательные трубы применяют специальные загрузочные устройства — эжекционные воронки и роторные (шлюзовые) питатели. Эжекционные воронки рекомендуется применять только в установках низкого давления при концентрации смеси $\mu \leq 0,5$. В установках среднего давления применяют герметичные механические питатели – шлюзовые затворы. Зазор между неподвижным корпусом питателя и лопастями барабана должен быть не более 0,3 ... 0,5 мм. Для улучшения герметизации на лопасти барабана прикрепляют резиновые накладки.

Производительность шлюзовых барабанных питателей, кг/ч, определяют по формуле:

$$П = 60i\rho_n K_a \varphi n, \quad (2.17)$$

где i – объем всех ячеек ротора, м^3 ($i \approx \pi r^2 l$, где r и l – радиус и длина ротора, м); ρ_n – насыпная плотность материала, $\text{кг}/\text{м}^3$; K_a – поправочный коэффициент к насыпной плотности на аэрирование материала при прохождении воздуха через неплотности питателя (для стружки и опилок – 0,8, для щепы – 0,9); φ – коэффициент заполнения ячеек питателя материалом; принимается равным 0,4 ... 0,5; n – частота вращения ротора; обычно принимается в пределах 20 ... 40 мин^{-1} , так как с увеличением частоты вращения пропускная способность питателя падает за счет уменьшения коэффициента заполнения.

Зная производительность пневмотранспортной установки, можно определить требуемую частоту вращения ротора питателя, мин^{-1} :

$$n = \frac{П K_n}{60i\rho_n K_a \varphi}, \quad (2.18)$$

где K_n — коэффициент неравномерности подачи материала в питатель, равный 1,3 ... 3,0.

Воздуходувные машины.

В пневмотранспортных установках для измельченной древесины в качестве воздуходувных машин служат главным образом центробежные вентиляторы. В установках низкого и среднего давления применяют лопаточные центробежные вентиляторы: ЦП7-40, ЦТД, ВВД, ЦВ-18.

Пылевые центробежные вентиляторы ЦП7-40, Цб-4б и ЦТД (техническая характеристика, приведена ниже) применяют во всасывающих и всасывающе-нагнетательных установках при невысоких концентрациях смеси ($\mu \leq 0,5$). Вентиляторы высокого давления ВВД (техническая характеристика дана ниже) и ЦВ-18 применяют в основном для установок нагнетательного типа с перемещением материала на расстояние до 300 м при концентрациях $\mu \leq 1,0$.

Для подбора вентилятора к данной пневмотранспортной установке необходимо знать требуемую производительность по воздуху Q , $\text{м}^3/\text{ч}$, и полное давление H , $\text{Н}/\text{м}^2$ ($\text{кгс}/\text{м}^2$), которое он должен развивать.

Требуемую производительность вентилятора, $\text{м}^3/\text{ч}$ или $\text{м}^3/\text{с}$, определяют по формуле:

$$Q = mQ_s, \quad (2.19)$$

где Q_s – суммарный расчетный расход воздуха через один или несколько приемников, $\text{м}^3/\text{ч}$ или $\text{м}^3/\text{с}$ (см. формулу 2.24); m – коэффициент, учитывающий подсосы в системе; для универсальных установок с магистралью постоянного сечения равен 1,15.

Давление, которое должен развивать вентилятор, $\text{Н}/\text{м}^2$ ($\text{кгс}/\text{м}^2$ или мм вод. ст.), определяют по формуле:

$$H = 1,1\Delta P, \quad (2.20)$$

где ΔP – суммарные расчетные потери давления по всей магистрали с учетом присутствия материала в воздушном потоке, $\text{Н}/\text{м}^2$ (определяются по специальной методике); 1,1– коэффициент, учитывающий потери давления на подъем материала вверх по вертикальным трубопроводам и увеличение сопротивления сети за счет подсосов воздуха.

Таблица 2.1

Техническая характеристика вентиляторов

Показатель	Типоразмеры вентиляторов ЦП7-40		
	№ 5	№ 6	№ 8
1	2	3	4
1. Производительность, тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$	1,8...11,5	2,2...16,4	4,5...29
2. Полное давление, $\text{Н}/\text{м}^2$ ($\text{кг}/\text{м}^2$)	2400...3900 (245 ... 400)	2400...3900 (245 ... 400)	2400...3900 (245 ... 400)

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
3. Диаметр рабочего колеса, мм	500	600	800
4. Частота вращения лопастного колеса, мин ⁻¹	2640	2260	1650
5. Полный наибольший КПД	0,565	0,565	0,565
6. Потребляемая мощность, кВт	7,5 ... 22	8,5 ... 28	16 ... 48
7. Масса, кг	175	280	570

Таблица 2.2

Техническая характеристика вентиляторов

Показатель	Типоразмеры вентиляторов Ц6-46				
	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8
1	2	3	4	5	6
1. Производительность, тыс. м ³ /ч	1...5	2...9	4...13	4...18	6...22
2. Полное давление, Н/м ² (кг/м ²)	1280...1960 (120...200)	980...2160 (100...200)	1080...2160 (110...220)	980...1940 (100...198)	1180...2260 (120...230)
3. Диаметр рабочего колеса, мм	400	500	600	700	800
4. Частота вращения лопастного колеса, мин ⁻¹	2400	2000	1700	1350	1300
5. Полный наибольший КПД	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
6. Потребляемая мощность, кВт	7	10	14	20	28
7. Масса, кг	120	180	240	300	–

Таблица 2.3

Техническая характеристика вентиляторов ЦТД

Показатель	Номер вентилятора					
	№ 5	№ 6	№ 8	№ 9	№ 10	№ 12
1	2	3	4	5	6	7
1. Производительность, тыс. м ³ /ч	10	15	30	35	50	60
2. Полное давление, Н/м ² (кг/м ²)	3540 (360)	3240 (330)	3330 (340)	3330 (340)	3540 (360)	3140 (320)
3. Частота вращения лопастного колеса, мин ⁻¹	800... 2700	800... 2200	400... 1650	400... 1470	400... 1350	300... 1100
4. КПД	0,3...0,56	0,24...0,5 6	0,20...0,5 6	0,20...0,5 6	0,20...0,5 6	0,20...0,5 6
5. Масса, кг	286	300	753	824	910	1272

Таблица 2.4

Техническая характеристика вентиляторов высокого давления ВВД

Показатель	Номер вентилятора		
	№ 8	№ 9	№ 11
1	2	3	4
1. Производительность, тыс. м ³ /ч	до 14	до 15	до 24
2. Полное давление, Н/м ² (кг/м ²)	5875 (600)	5875 (600)	5875 (600)
3. Диаметр рабочего колеса, мм	800	900	1100
4. Частота вращения лопастного колеса, мин ⁻¹	1900	1700	1400
5. КПД	0,58	0,58	0,58
6. Потребляемая мощность, кВт	до 28	до 40	до 55
7. Масса с электродвигателем, кг	250	368	1070

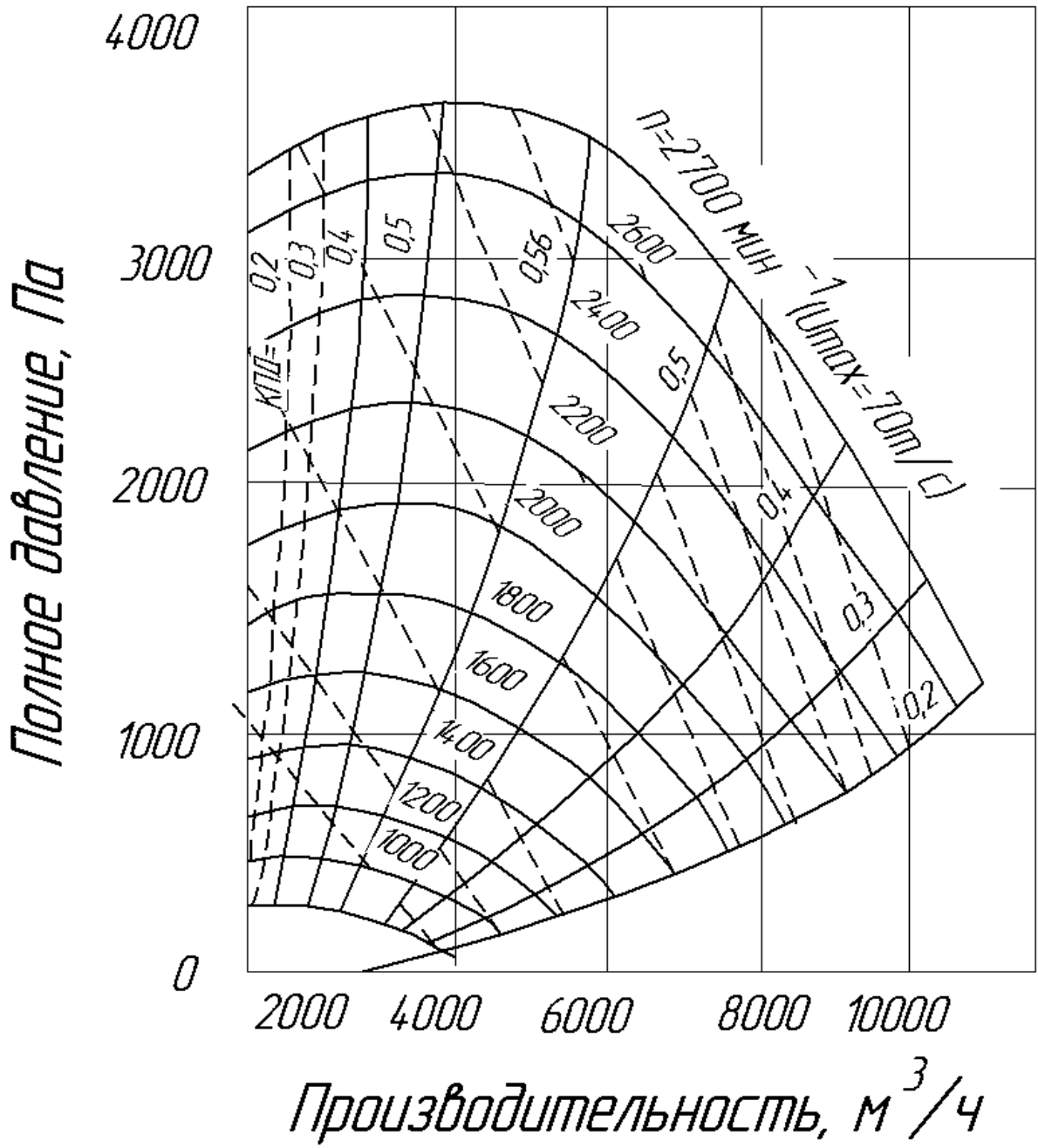


Рис 2.5(1) Номограммы для выбора вентилятора ЦТД № 5

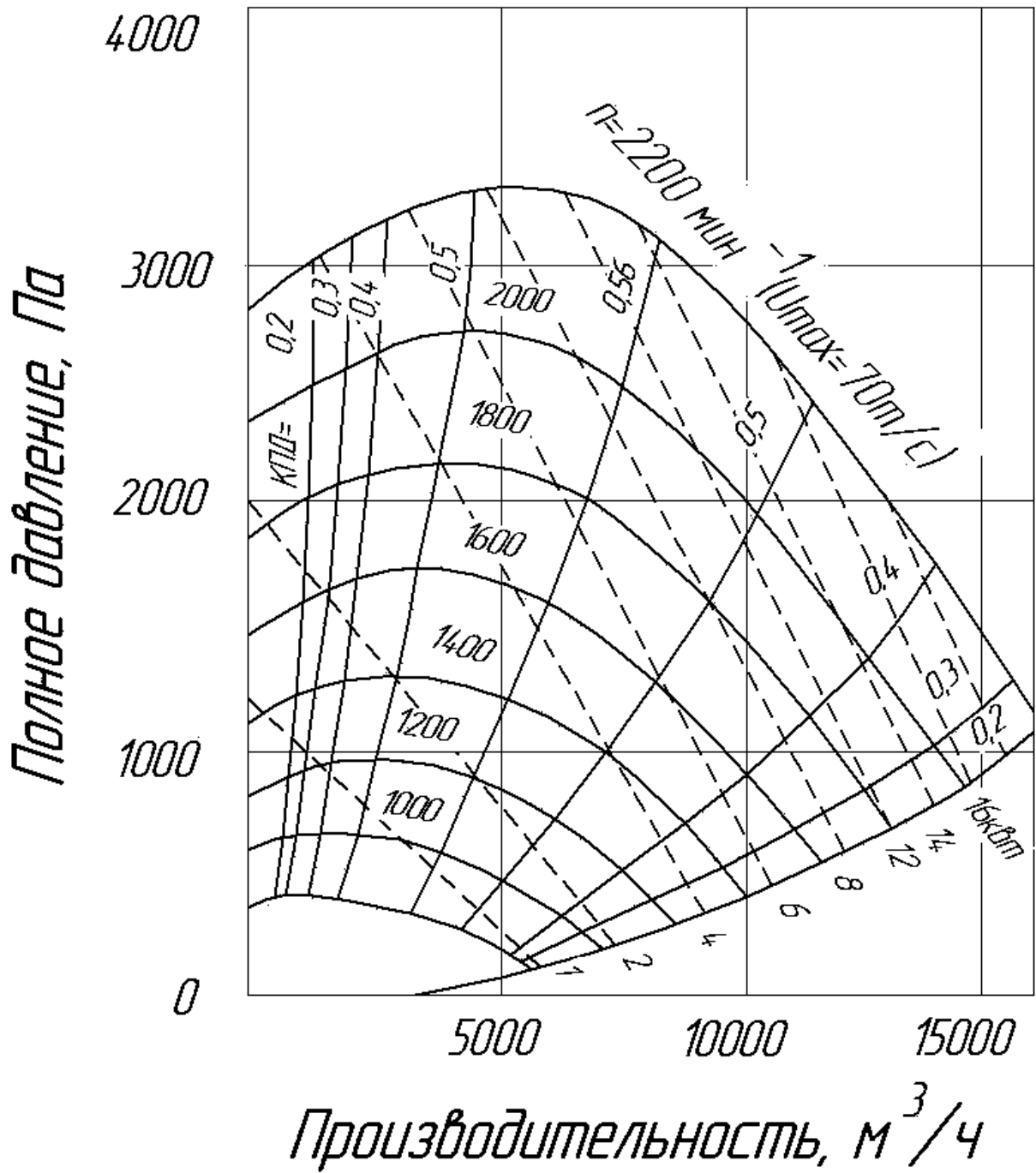


Рис 2.5(2) Номограммы для выбора вентилятора ЦТД № 6

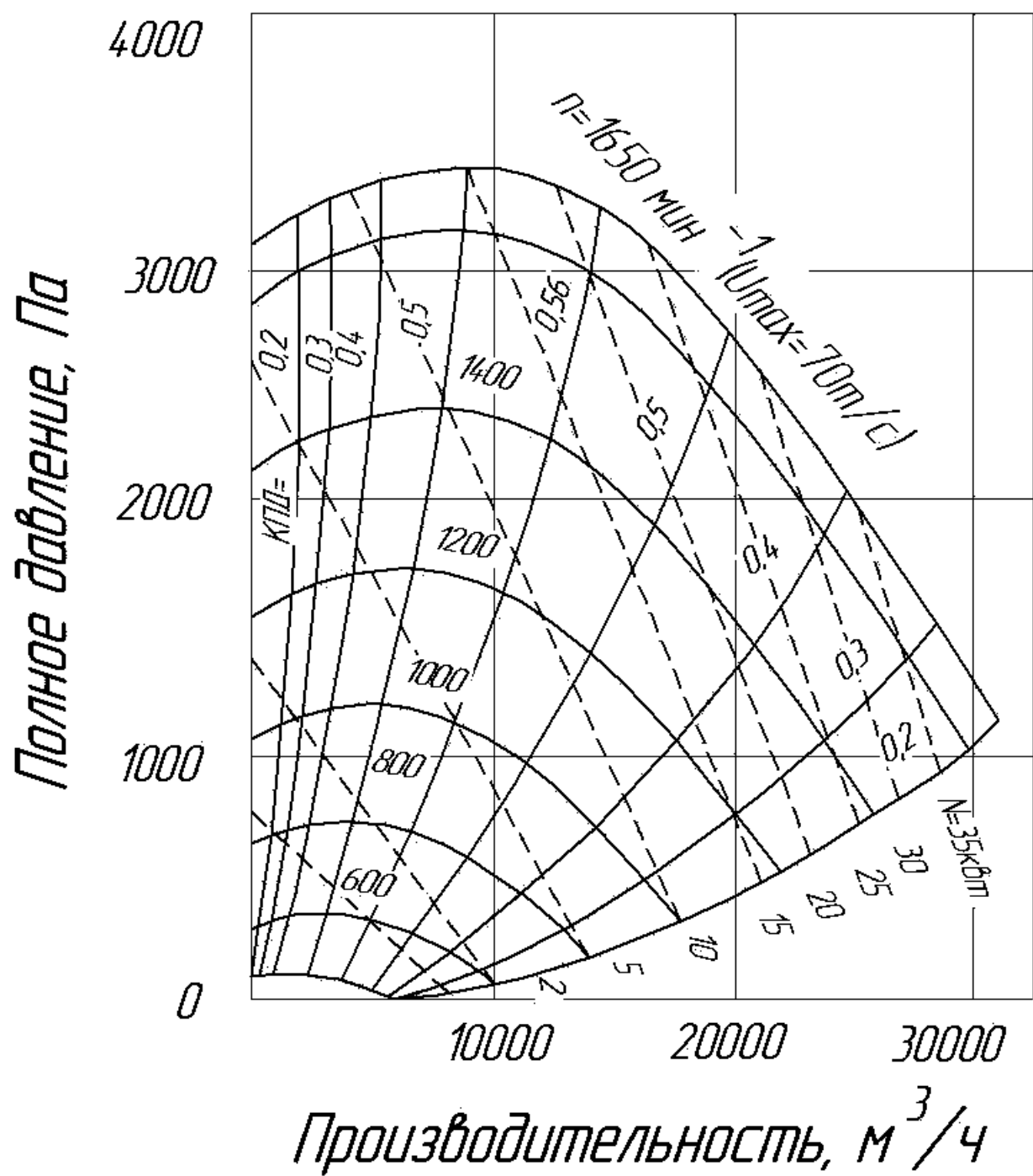


Рис 2.5(3) Номограммы для выбора вентилятора ЦТД № 8

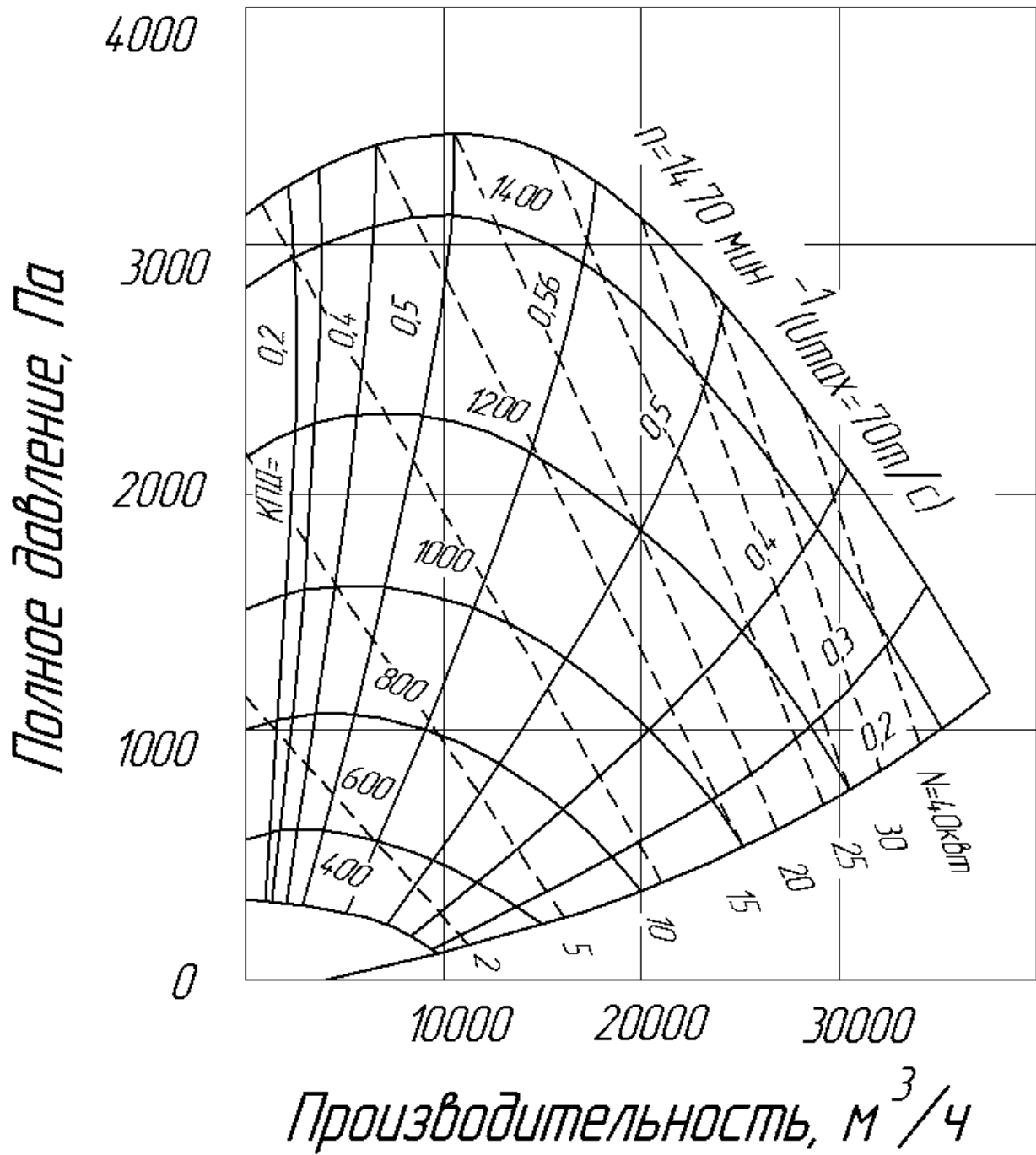


Рис 2.5(4) Номограммы для выбора вентилятора ЦТД № 9

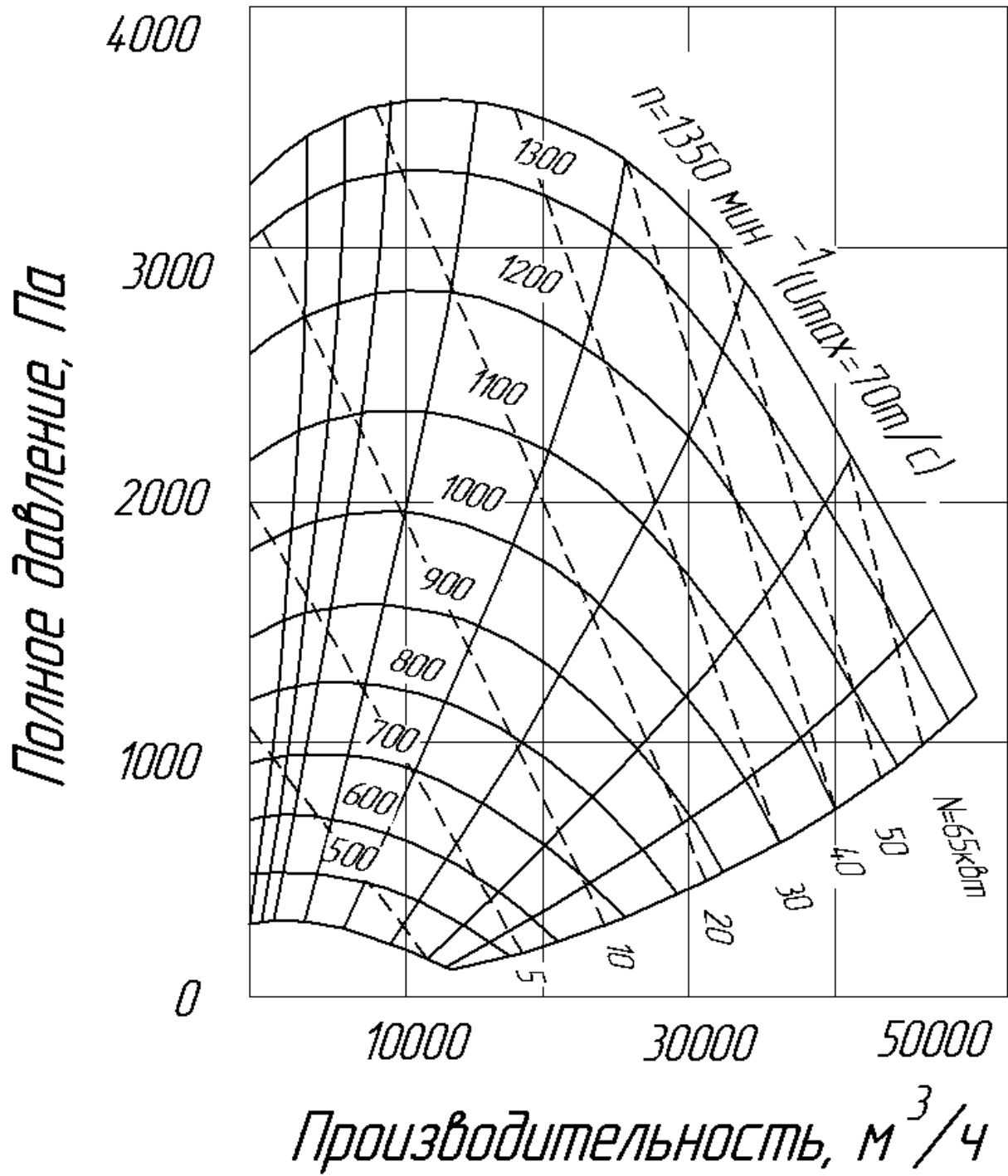


Рис 2.5(5) Номограммы для выбора вентилятора ЦТД № 10

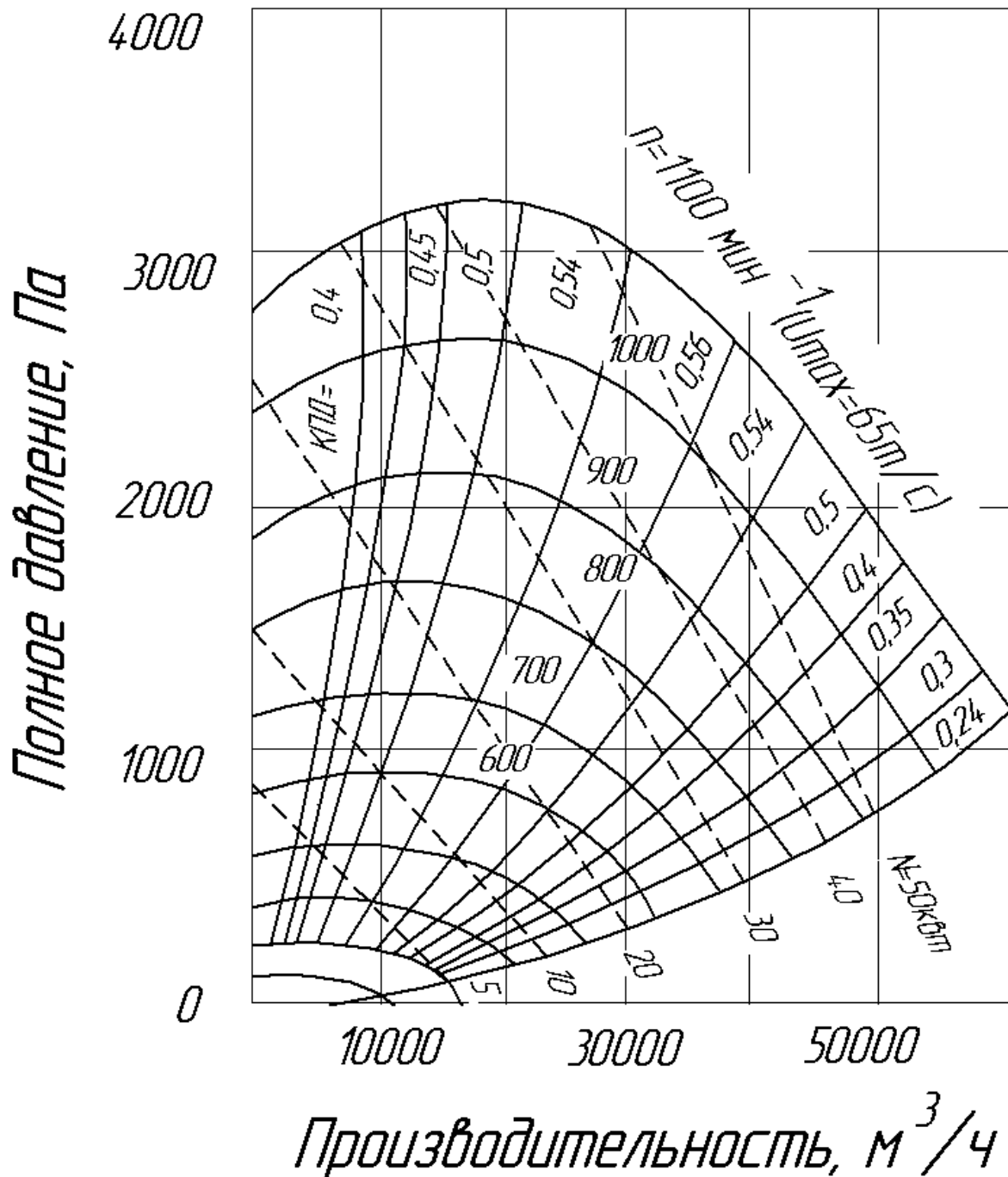


Рис 2.5(6) Номограммы для выбора вентилятора ЦТД № 12

Определив Q и H , пользуясь техническими характеристиками вентиляторов (см. табл. 2.1 ... 2.4), подбирают наиболее подходящий тип, номер и число оборотов лопастного колеса по аэродинамической характеристике (рис. 2.5 (1 – 6)). При этом обращают внимание на КПД вентилятора: если он значительно меньше максимального значения, то следует выбрать другой номер вентилятора того же типа, у которого КПД будет близок к максимальному. По рис. 2.5 (1 – 6) также определяют требуемую частоту вращения лопастного колеса вентилятора.

Пример расчета: По результатам расчета $Q = 7200 \text{ м}^3/\text{ч}$ и $H = 2360 \text{ Н/м}^2$.

Сравнив аэродинамические характеристики вентиляторов типа ЦТД (рис. 2.5 (1 – 6)), находим, что наиболее подходящий вентилятор № 6, так как для него $\eta_{\varepsilon} = 0,56$; для № 5 $\eta_{\varepsilon} = 0,52$; для № 8 $\eta_{\varepsilon} = 0,40$, для остальных номеров $\eta_{\varepsilon} = 0,4$. При этом для создания заданного режима частота вращения лопастного колеса вентилятора № 6 должна быть 2000 мин^{-1} .

Если величина требуемого напора H велика и один вентилятор не обеспечивает ее, можно установить последовательно друг за другом два вентилятора. При этом общее давление становится равным сумме давлений, развиваемых каждым вентилятором ($H_{\text{общ}} = H_1 + H_2$), а расход воздуха не изменяется.

Потребную мощность электродвигателя для привода вентилятора, кВт определяют по формуле:

$$N = \frac{1,1 \cdot 1,2 Q H}{1000 / \eta_{\varepsilon} \eta_{\text{пр}}}, \quad (2.21)$$

где Q – требуемый расход воздуха, $\text{м}^3/\text{с}$; H – требуемый напор вентилятора, $\text{Н}/\text{м}^2$; 1,1 – коэффициент запаса мощности на пусковой момент; 1,2 – коэффициент для учета повышения мощности, вызванного проходом материала через вентилятор; η_{ε} – аэродинамический КПД, определяемый из характеристики вентилятора (рис. 2.5 (1 – 6)); $\eta_{\text{пр}}$ – КПД привода, принимаемый равным при непосредственной посадке колеса вентилятора на вал электродвигателя, при соединении электродвигателя с валом колеса муфтой 0,98, при клиноременной передаче 0,95.

Требуемая мощность электродвигателя, кВт, составит:

$$N = \frac{1,1 \cdot 1,2 \cdot 2 \cdot 2360}{1000 \cdot 0,56 \cdot 1} = 11 \text{ кВт.}$$

Циклоны.

Циклоны служат для отделения транспортируемой стружки или щепы от воздуха в пункте назначения. В цехах по производству древесно-стружечных плит циклоны должны отделить от воздуха не только транспортируемую стружку, но и пыль, которую в большом количестве приносит с собой поток воздуха, особенно при транспортировании сухой стружки.

В зависимости от вида и фракционного состава измельченной древесины применяют различные типы циклонов. Для отделения отходов, полученных при станочной обработке сухой древесины, рекомендуются циклоны серии Ц с высоким коэффициентом очистки воздуха. Особенностью этих циклонов является установка инерционного пылеотделителя в виде жалюзи по образующей внутреннего цилиндра, а также малые размеры по диаметру, что увеличивает центробежную силу. Коэффициент очистки в таких циклонах достигает 98 . . . 99 %.

Циклоны конструкции ЛТА рекомендуется применять для отделения воздуха от крупных частиц измельченной древесины, например щепы, а также от опилок и стружки повышенной влажности (более 50 %).

В транспортных установках цехов древесностружечных плит широкое применение нашли циклоны типа К с расширителями, обладающие высокой степенью очистки при любой влажности стружки (табл. 2.5). Отличительная особенность таких циклонов – устройство на цилиндре расширителя для выхода воздуха. При проходе через расширитель скорость отработанного воздуха снижается, благодаря чему частицы, витающие в пространстве расширителя, задерживаются и не выбрасываются в атмосферу. По мере накопления мелких частиц и пыли в расширителе они собираются в один общий клубок, который при достижении определенной массы падает вниз в конусную часть циклона.

Номер циклона и его габаритные размеры подбираются по расходу воздуха [производительность вентилятора, формула (2.19)]. В отдельных случаях вместо одного большого циклона можно поставить два и, наоборот, использовать один циклон для двух установок небольшой производительности.

Общие указания по проектированию.

Проектирование пневмотранспортной установки начинают с определения ее расчетной производительности. Обычно, известно количество стружки, которое должна передавать за 1 ч данная пневмотранспортная установка. Тогда, расчетную секундную производительность, кг/с, установки по транспортируемому материалу определяют по формуле:

$$G_{рас} = (G_{стр} K_n) / 3600, \quad (2.22)$$

где $G_{стр}$ – количество стружки, передаваемое установкой за 1 ч; K_n – коэффициент неравномерности подачи материала в пневмотранспортную установку, значение, которого принимается в зависимости от конкретных условий (для стружечных станков, дробилок, сушильных барабанов, форматно-обрезных, шлифовальных станков $K_n \approx 2$; при подаче материала в пневматическую линию через питатель $K_n = 1,15$).

Правильное определение расчетной производительности пневмотранспортной установки имеет большое значение. Заниженное значение коэффициента неравномерности, как и расчетной производительности, может привести к перегрузкам установки и завалам стружки в трубопроводах. Завышение расчетной производительности ведет к неоправданному увеличению мощности привода вентилятора и расхода электроэнергии.

Расходную концентрацию смеси транспортируемой стружки с воздухом выбирают в зависимости от типа пневмотранспортной установки. В установках всасывающе-нагнетательного типа с проходом стружки через

вентилятор концентрация смеси принимается не выше 0,7 кг/кг. В установках среднего давления без пропуска стружки через вентилятор, концентрация μ_p может быть принята до 2 кг/кг. Транспортирующая скорость воздуха, м/с, для горизонтальных трубопроводов при $\mu_p \leq 2,0$:

$$v_T = K \left(4\mu_p - \frac{v_{\varepsilon}}{v_M} + 0,01\rho_M + b \right) \sqrt{\frac{1,2}{\rho_{\varepsilon}}}, \quad (2.23)$$

где μ_p – расходная концентрация аэросмеси (0,2 . . . 0,7); ρ_M – плотность древесных частиц в плотной массе, кг/м³; при транспортировании стружки из различных древесных пород принимается наиболее тяжелая порода; ρ_{ε} – плотность транспортирующего воздуха, кг/м³, равная 1,2; K – коэффициент, учитывающий снижение скорости стружки в отводах и других местах; для транспортный установок небольшой протяженности $K = 1,05 . . . 1,1$, при длине трубопровода более 80 м $K = 1,0$; b – коэффициент определяемый по виду транспортируемого материала (табл. 2.6).

Таблица 2.5

Техническая характеристика циклонов К с расширителями

№ циклона	Скорость воздуха во входном патрубке, м/с	Производительность циклона м ³ /ч	Скорость воздуха в выходной трубе, м/с	Сопротивление циклона Н/м ² (кгс/м ²)	Площадь сечения цилиндра корпуса, м ²	Площадь сечения входного патрубка, м ²	Масса циклона, кг
1	2	3	4	5	6	7	8
14	14	4180	2,30	590 (60)	0,5	0,084	363
	15	4480	2,48	685 (70)			
	16	4780	2,65	785 (80)			
	17	5080	2,80	880 (90)			
16	18	5400	3,00	980 (100)	0,65	0,127	472,5
	14	6400	2,73	590 (60)			
	15	6800	2,90	685 (70)			
	16	7200	3,00	785 (80)			
16	17	7600	3,24	880 (90)	0,65	0,127	472,5
	18	8000	3,40	980 (100)			

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8
18	14	8150	2,72	590 (60)	0,83	0,181	628,5
	15	8750	2,92	685 (70)			
	16	9300	3,11	785 (80)			
	17	9900	3,30	880 (90)			
	18	10500	3,50	980 (100)			
20	14	10000	2,54	590 (60)	1,04	0,200	1057
	15	10750	2,89	685 (70)			
	16	11150	3,06	785 (80)			
	17	12150	3,24	880 (90)			
	18	12900	3,42	980 (100)			
22	14	1160	2,45	590 (60)	1,32	0,236	1284
	15	12350	2,60	685 (70)			
	16	13300	2,80	785 (80)			
	17	13750	2,95	880 (90)			
	18	15200	3,20	980 (100)			
24	14	14400	2,66	590 (60)	1,50	0,286	1352
	15	15400	2,85	685 (70)			
	16	16450	3,04	785 (80)			
	17	17500	3,23	880 (90)			
	18	18550	3,43	980 (100)			
30	14	22150	2,66	590 (60)	2,33	0,440	2489
	15	23750	2,85	685 (70)			
	16	25350	3,18	785 (80)			
	17	26950	3,20	880 (90)			
	18	28500	3,43	980 (100)			

Обратное значение относительной скорости воздуха, соответствующей устойчивому движению частиц, $v_g/v_m = 1/A$ указано, в табл. 2.6.

Условия перемещения материала по вертикальным трубам благоприятнее, чем по горизонтальным, и поэтому транспортирующая скорость, принятая для горизонтальных трубопроводов, обеспечит движение материала на вертикальных участках.

По заданной расчетной производительности $G_{рас}$ и выбранной концентрации аэросмеси μ_p определяют расход воздуха пневмотранспортной установки, $м^3/с$:

$$Q_s = G_{рас} / (\mu_p \rho_s). \quad (2.24)$$

На основании секундного расхода воздуха и величины транспортирующей скорости воздуха определяется внутренний диаметр трубопровода, м, по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4Q_s}{\pi v_s'}} \quad (2.25)$$

где Q_s – расчетная транспортирующая скорость воздуха, м/с.

Найденный диаметр округляют до ближайшего рекомендуемого (см. выше). Минимально допустимый диаметр трубопровода в транспортных установках следует принимать, мм: для стружки и опилок 200, для щепы 265. Если расчетный диаметр оказывается меньше этих значений, то следует принять минимально допустимый диаметр и соответственно уменьшить концентрацию смеси.

Таблица 2.6

Коэффициент b и отношения действительной скорости материала и скорости воздуха в трубопроводе $A = v_m/v_B$

Вид материала	b	Среднее значение $A = v_m/v_B$ при $\mu_B \leq 2,0$
1	2	3
Опилки:		
мелкие	7	0,90
крупные	8	0,95
Стружка:		
мелкая	9	0,85
крупная	10	0,80
Сортированная технологическая щепка (длина частиц до 35 мм)	11	0,7

Далее переходят к определению общих потерь давления пневмотранспортной установки, которое складывается из суммарных потерь давления на всасывающем и нагнетательном участках установки. Потери давления на всасывающем участке складываются из потерь давления на входе и в самом трубопроводе. Потери давления воздуха на основном нагнетательном участке установки складываются из потерь давления на

придание кинетической энергии аэросмеси при разгоне материала, из потерь давления в загрузочном устройстве (питателе), в транспортном трубопроводе, в отводах и в переключателях трубопроводов, потерь давления на подъем и транспортирование аэросмеси на наклонных и вертикальных участках и потерь давления в циклоне.

Величина потерь давления зависит от вида пневмоустановки, длины и профиля трассы и определяется по специальной методике [7].

Далее по расходу воздуха $Q_{\text{в}}$ (формула 2.24) подбирают требуемый номер циклона (табл. 2.5). Зная общие потери давления в пневмотранспортной установке по формуле (2.20) определяют расчетный напор вентиляторов H . По расходу воздуха $Q_{\text{в}}$ и требуемому напору H подбирают тип и номер вентилятора (табл. 2.1 ... 2.4). Потребную мощность двигателя для привода вентилятора определяют по формуле (2.21).

ЗАДАНИЕ № 2.6

Сделать укрупненный проект пневмотранспортной установки, определить мощность электродвигателя для привода вентилятора пневмотранспортной установки при следующих исходных данных

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 2.6	Примечание
1	2	3
1	Производительность пневмотранспортной установки по транспортируемому материалу – 10 т/ч; Длина трубопровода пневмотранспортной установки – 130 м; Вид транспортируемого материала – мелкая стружка.	Установка всасывающего типа.
2	Производительность пневмотранспортной установки по транспортируемому материалу – 15 т/ч; Длина трубопровода пневмотранспортной установки – 230 м; Вид транспортируемого материала – стружка крупная.	Установка всасывающего типа.
3	Производительность пневмотранспортной установки по транспортируемому материалу – 11 т/ч; Длина трубопровода пневмотранспортной установки – 200 м; Вид транспортируемого материала – стружка крупная.	Установка всасывающе-нагнетательного типа.
4	Производительность пневмотранспортной установки по транспортируемому материалу – 21 т/ч; Длина трубопровода пневмотранспортной установки – 300 м; Вид транспортируемого материала – технологическая щепка.	Установка всасывающе-нагнетательного типа.
5	Производительность пневмотранспортной установки по транспортируемому материалу – 25 т/ч; Длина трубопровода пневмотранспортной установки – 150 м; Вид транспортируемого материала – технологическая щепка.	Установка всасывающего типа.
6	Производительность пневмотранспортной установки по транспортируемому материалу – 7 т/ч; Длина трубопровода пневмотранспортной установки – 200 м; Вид транспортируемого материала – древесная пыль.	Установка всасывающего типа.
7	Производительность пневмотранспортной установки по транспортируемому материалу – 9 т/ч; Длина трубопровода пневмотранспортной установки – 270 м; Вид транспортируемого материала – стружка крупная.	Установка всасывающе-нагнетательного типа.

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 2.6	Примечание
1	2	3
8	Производительность пневмотранспортной установки по транспортируемому материалу – 11 т/ч; Длина трубопровода пневмотранспортной установки – 170 м; Вид транспортируемого материала – древесная пыль.	Установка всасывающего типа.
9	Производительность пневмотранспортной установки по транспортируемому материалу – 17 т/ч; Длина трубопровода пневмотранспортной установки – 300 м; Вид транспортируемого материала – стружка крупная.	Установка всасывающе-нагнетательного типа.
10	Производительность пневмотранспортной установки по транспортируемому материалу – 20 т/ч; Длина трубопровода пневмотранспортной установки – 250 м; Вид транспортируемого материала – технологическая щепа.	Установка всасывающего типа.
11	Производительность пневмотранспортной установки по транспортируемому материалу – 14 т/ч; Длина трубопровода пневмотранспортной установки – 330 м; Вид транспортируемого материала – мелкая стружка.	Установка всасывающего типа.
12	Производительность пневмотранспортной установки по транспортируемому материалу – 21 т/ч; Длина трубопровода пневмотранспортной установки – 400 м; Вид транспортируемого материала – стружка крупная.	Установка всасывающе-нагнетательного типа.
13	Производительность пневмотранспортной установки по транспортируемому материалу – 25 т/ч; Длина трубопровода пневмотранспортной установки – 330 м; Вид транспортируемого материала – стружка крупная.	Установка всасывающего типа.
14	Производительность пневмотранспортной установки по транспортируемому материалу – 9 т/ч; Длина трубопровода пневмотранспортной установки – 300 м; Вид транспортируемого материала – древесная пыль.	Установка всасывающего типа.
15	Производительность пневмотранспортной установки по транспортируемому материалу – 14 т/ч; Длина трубопровода пневмотранспортной установки – 250 м; Вид транспортируемого материала – технологическая щепа.	Установка всасывающего типа.

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 2.6	Примечание
1	2	3
16	Производительность пневмотранспортной установки по транспортируемому материалу – 15 т/ч; Длина трубопровода пневмотранспортной установки – 150 м; Вид транспортируемого материала – стружка крупная.	Установка всасывающе-нагнетательного типа.
17	Производительность пневмотранспортной установки по транспортируемому материалу – 13 т/ч; Длина трубопровода пневмотранспортной установки – 200 м; Вид транспортируемого материала – мелкая стружка.	Установка всасывающего типа.
18	Производительность пневмотранспортной установки по транспортируемому материалу – 19 т/ч; Длина трубопровода пневмотранспортной установки – 430 м; Вид транспортируемого материала – стружка крупная.	Установка всасывающего типа.
19	Производительность пневмотранспортной установки по транспортируемому материалу – 19 т/ч; Длина трубопровода пневмотранспортной установки – 280 м; Вид транспортируемого материала – стружка крупная.	Установка всасывающе-нагнетательного типа.
20	Производительность пневмотранспортной установки по транспортируемому материалу – 18 т/ч; Длина трубопровода пневмотранспортной установки – 270 м; Вид транспортируемого материала – древесная пыль.	Установка всасывающего типа.
21	Производительность пневмотранспортной установки по транспортируемому материалу – 22 т/ч; Длина трубопровода пневмотранспортной установки – 300 м; Вид транспортируемого материала – стружка крупная.	Установка всасывающего типа.
22	Производительность пневмотранспортной установки по транспортируемому материалу – 21 т/ч; Длина трубопровода пневмотранспортной установки – 290 м; Вид транспортируемого материала – стружка крупная.	Установка всасывающего типа.

3. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ

Измельчение древесного сырья является важнейшей операцией технологического процесса изготовления древесных плит. На этом этапе производства во многом определяется качество продукции и себестоимость производимой продукции. Участок подготовки и измельчения древесного сырья является наиболее энергоемким в производстве древесных плит.

Производство ДСтП в России базируется на использовании в качестве сырья неделовой и тонкомерной древесины, кусковых и мягких отходов лесопиления, деревообработки, фанерного производства, отходов лесозаготовок (в виде технологической щепы).

Значительным резервом сырья для производства плит является тонкомерная древесина и лесосечные отходы.

Породный состав используемого сырья для России на протяжении последних 20 ... 30 лет практически остается стабильным. При изготовлении древесно-стружечных плит используют около 70 ... 75 % древесины лиственных пород и 25 ... 30 % хвойных пород. Более 50 % используется древесины осины и ольхи.

В перспективе намечается сокращение потребления неделовой древесины (сырья для технологической переработки) и увеличение доли технологической щепы из отходов лесопиления и деревообрабатывающих производств, опилок, станочной стружки, а также лесосечных отходов. Такая тенденция наблюдается и за рубежом.

Стружка для наружных слоев изготавливается преимущественно на стружечных станках с ножевым валом, с ножевой фрезой и дисковых, которые обеспечивают получение плоской резаной стружки высокого качества. Стружку для внутреннего слоя изготавливают путем измельчения кругломерного сырья и кусковых отходов в щепу, которую затем перерабатывают в игольчатую стружку на центробежных стружечных станках. Кроме того, для изготовления стружки внутреннего слоя используют привозную технологическую щепу, а также, опилки от лесопильных рам и станочную стружку от деревообрабатывающих производств.

С целью повышения эффективности переработки сырья в стружку и снижения ее себестоимости все шире используют однопоточную схему изготовления стружки. Кругломерное сырье и кусковые отходы перерабатывают первоначально в рубительной машине в щепу, которая после сортирования измельчается в игольчатую стружку на центробежных стружечных станках. Однако качество получаемой этим способом стружки ниже, чем стружки, изготавливаемой с использованием станков с ножевым валом. Поэтому стружку, получаемую на центробежных стружечных станках, используют для внутреннего слоя трехслойных и пятислойных плит в производстве многослойных плит с фракционированием стружки. Однако после

повторного измельчения такой стружки, в зубчато-ситовых мельницах, полученные мелкие древесные частицы (микростружка) могут быть использованы и для формирования наружных слоев. Такая схема переработки сырья в стружку может быть использована при изготовлении всех видов древесно-стружечных плит.

Для производства древесноволокнистых плит в качестве первичного сырья применяют стволую древесину хвойных и лиственных пород, древесину рубок ухода за лесом.

В качестве вторичного древесного сырья применяют отходы лесопильной и деревообрабатывающей промышленности (горбыли, рейки, и др.), в том числе отходы фанерной промышленности (карандаши, шпонрванину), лесосечные отходы (сучья, ветки), опилки. Из недревесных отходов сырьём для производства древесноволокнистых плит служат: отходы производства древесноволокнистых плит (обрезки); старая бумага (для производства мягких плит); отходы бумагоделательной промышленности.

Отходы лесопиления и деревообработки и сырье древесное для технологической переработки – основное сырье для получения технологической щепы в производстве древесноволокнистых плит.

Для производства древесноволокнистых плит мокрым способом хвойные породы в общем объеме потребления занимают преобладающее место, сухим способом – лиственные породы. Это объясняется тем, что каждая породная группа имеет свои индивидуальные особенности как по физическим свойствам, так и химическому составу.

Для механических свойств древесноволокнистой массы имеет значение величина клеток древесины. Клеточные элементы лиственной древесины имеют значительно меньшую (примерно в 3 раза) длину волокон по сравнению с трахеидами хвойных пород.

В производстве древесноволокнистых плит щепу получают на рубильных машинах. Свойства получаемой технологической щепы должны соответствовать требованиям ГОСТ 15815.

Щепу от рубильных машин подают, на сортировочные машины. Крупная фракция щепы доизмельчается в дезинтеграторах. Кондиционная щепка после сортировочных машин подается в бункер запаса.

Перед размолотом щепка очищается от минеральных примесей и металлических включений. Кондиционная щепка, очищенная от минеральных примесей и металлических включений подается в дефибратор, где она размалывается на волокно, и волокнистая масса направляется в массный бассейн. Из бассейна масса подается к рафинатору для вторичного помола, в ходе которого получают волокно требуемой степени помола.

Способы измельчения древесного сырья в производстве плитных материалов характеризуются приемами воздействия на древесину, их последовательностью и технологическими режимами.

Древесное сырье можно разрушить следующими способами: резанием, размолом, объемным сжатием (стесненным, консольным и свободным ударом, прокаткой, раздавливанием между двумя плоскостями), раскалыванием, расщеплением, скалыванием, кручением, а также их комбинациями (рис. 3.1).

Резанием называется процесс разрушения связей между частицами древесины по заданной поверхности, определяемой траекторией движения резца клиновидной формы. Процесс резания позволяет получать частицы заданных размеров и формы.

В процессе размола древесина измельчается под действием сжимающих, растягивающих, срезающих и других нагрузок. Процесс размола хаотичный. Размеры получаемых частиц регулируются путем изменения температурно-влажностного состояния измельчаемой древесины и технологических параметров размола. Разрушение происходит путем трения между частицами и о зубчатые поверхности рабочих органов размольного оборудования.

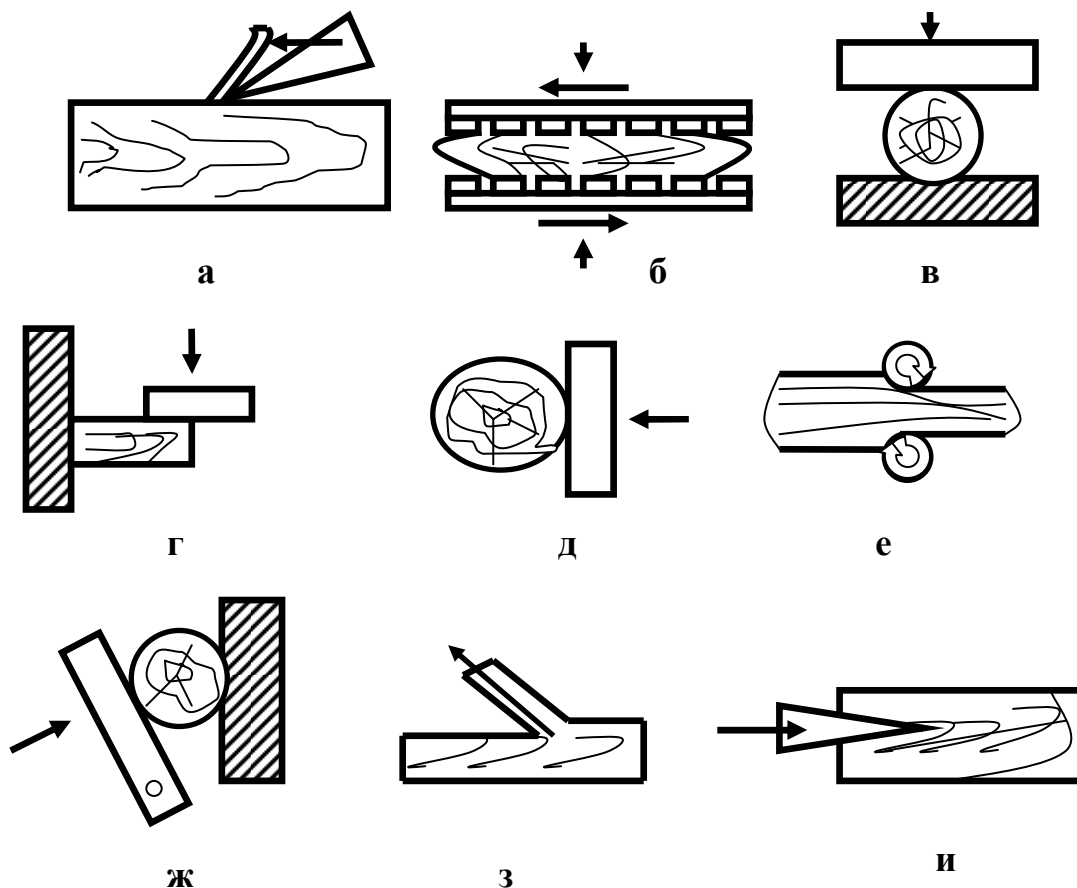


Рис. 3.1. Способы разрушения древесины при измельчении:
 а – резание; б – размол; в – стесненный удар; г – консольный удар;
 д – свободный удар; е – прокатка; ж – раздавливание между двумя плоскостями;
 з – расщепление; и – раскалывание

Ударное сжатие позволяет разрушить древесину под действием ударной сжимающей нагрузки. При этом можно выделить стесненный, консольный и свободный удар.

При стесненном ударе тело разрушается между двумя рабочими органами измельчителя. Эффект такого разрушения зависит от кинетической энергии ударяющего тела. При свободном ударе разрушение тела наступает в результате столкновения его с рабочим органом измельчителя или другими телами в полете. Эффект такого разрушения определяется скоростью их столкновения независимо от того, движется ли разрушаемое тело или рабочий орган измельчителя. При консольном ударе нагрузка прилагается только к свободной части древесной заготовки.

Раздавливание от ударного сжатия тем, что масса рабочих органов, их ускорение не играют существенной роли и ими можно пренебречь, как и при статических нагрузках. Раздавливание можно осуществить прокаткой или сжатием между двумя поверхностями.

Расщепление позволяет осуществить разрушение древесины вдоль волокон последовательным отрывом от нее частиц усилиями, направленными под углом к волокнам.

В производстве древесных плит применяются в основном два способа измельчения: резание и размол древесины. При этом в реальных устройствах для измельчения древесины реализуются комбинированные способы измельчения.

3.1. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЩЕПЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Для переработки разного по виду древесного сырья (дровяной древесины, кусковых отходов лесопиления, карандашей и шпона-рванины фанерного производства, обрезков образующихся на деревообрабатывающих предприятиях и др.) в щепу применяют рубительные машины.

Щепа в рубительных машинах получается в результате резания древесины ножами в продольно-торцово-поперечном, продольно-торцовом, поперечно-торцовом и других направлениях. Получаемые древесные частицы (щепа) имеют большую толщину (до 10 мм). Такой способ резания получил название рубка щепы, а применяемое для этой цели оборудование – рубительные машины.

По виду рабочего органа рубительные машины разделяются на дисковые и барабанные машины.

Рабочим органом дисковых рубительных машин является стальной диск с закрепленными на нем ножами. Диск заключён в кожух и закреплен на вращающемся стальном валу.

Для подачи древесного сырья к диску с ножами служит питатель (патрон), нижней кромкой которого является упорный контрнож. В зависимости от конструкции машины патрон располагается под углом $45 \dots 50^\circ$ к горизонтальной плоскости или плоскости диска (машины с наклонной подачей сырья) и в горизонтальной плоскости (машины с горизонтальной подачей сырья). В последнем случае патрон устанавливают под углом 38° к плоскости диска машины с целью снижения усилия резания и уменьшения расхода энергии.

В дисковых рубительных машинах обеспечивает постоянный угол подачи древесного сырья на резание. Благодаря этому получаемая щепа обладает высокой однородностью размеров по длине и толщине.

Рубительные машины с наклонной подачей древесного сырья используются при переработке короткого древесного сырья и коротких отходов.

Горизонтальное расположение загрузочного патрона упрощает загрузку длинномерного сырья и отходов, и исключает удары древесного сырья о диск. В рубительных машинах с горизонтальной подачей не проводится переработка коротких отходов длиной менее 1 м. Горизонтальное расположение загрузочного патрона требует строгой согласованности загрузочного конвейера и скорости подачи сырья в машину, которая определяется скоростью затягивания древесины ножами. При скорости ленточного конвейера ниже скорости затягивания увеличивается количество мелкой фракции и снижается производительность машины. Если скорость конвейера превышает скорость затягивания, то машина не успевает пере-

рабатывать поступающий материал, в результате чего сырье заклинивается в патроне.

В зависимости от способа удаления щепы из кожуха дисковые машины бывают с выбросом щепы лопастями диска вверх по трубопроводу в циклон, откуда она ссыпается в бункер или вниз через проем в раме машины на конвейер, или в приемник пневмотранспортной установки.

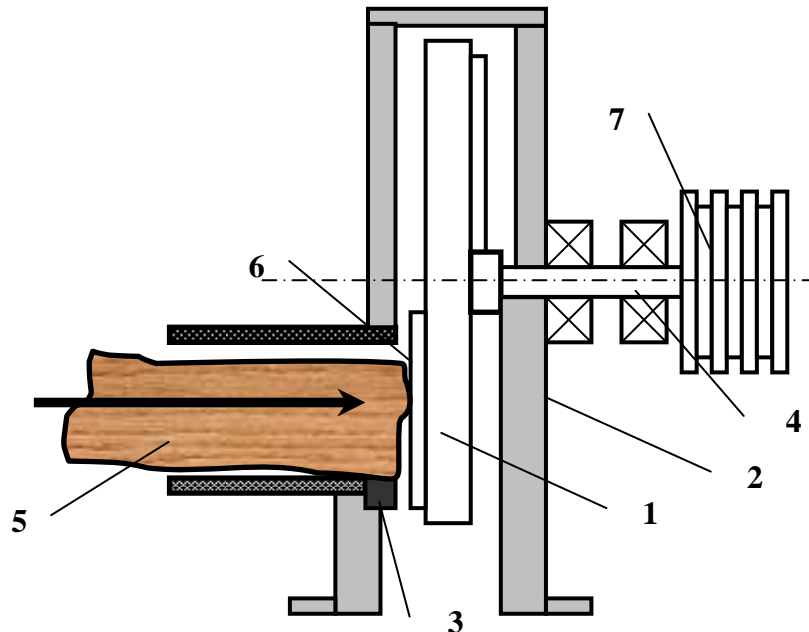


Рис. 3.2. Схема работы дисковой рубительной машины с горизонтальной подачей сырья на резание и с нижним окном для удаления щепы:

- 1 – ножевой диск; 2 – корпус машины; 3 – контрнож; 4 – вал;
5 – питатель для подачи древесного сырья на резание, 6 – нож;
7 – шкив клиноременной передачи.

Горизонтальное расположение загрузочного патрона может сочетаться с наклонным расположением ножевого диска, что улучшает условия базирования сырья. К таким рубительным машинам относятся машины KSH фирмы «Клёкнер» (Германия) и отечественные машины МРР8-50ГН, МРД-3.

Основное преимущество этих машин – большое проходное сечение загрузочного патрона, что позволяет перерабатывать сырье больших диаметров при сравнительно малой установленной мощности привода диска.

Снижение мощности привода рубительных машин для переработки сырья большого диаметра достигается за счет резцового способа резания древесины, обладающего значительными преимуществами перед резанием сплошными ножами. При традиционном ножевом способе резания нож внедряется одновременно по всему поперечному сечению перерабатываемого материала. Резцовый способ основан на последовательном ленточном (полоса равная ширине резца) срезании слоя древесины резцами сравнительно небольшой ширины, что снижает суммарные усилия и мощность,

затрачиваемую на резание. Режущие ножи размещают на поверхности диска по спирали. Машина состоит из механизма резания, механизма подачи и конвейера для удаления щепы.

В рубительных машинах МРР8-50ГН, МРД-3 и машинах фирмы подача круглого сырья на переработку осуществляется через патрон, донная часть которого имеет V-образную форму, что обеспечивает необходимую устойчивость перерабатываемого материала в процессе рубки. В качестве подающих органов в механизме подачи рубительной машины использованы два блока многорядных втулочно-роликовых цепей, установленных на V-образную донную часть патрона.

Основное усилие затягивания перерабатываемого сырья обеспечивается за счет составляющей силы взаимодействия резцов с древесиной, действующей в направлении подачи. Блоки подающих донных цепей только способствуют снижению сопротивления движению материала по дну патрона.

Производительность, м³/ч, дисковой рубительной машины со сплошными ножами может быть определена по формуле:

$$\Pi = 60 \times h \times z \times n \times F_{\Pi} \times K_{\text{зап}} \times K_{\Pi} \times K_{\text{и}} / \sin \alpha, \quad (3.1)$$

где h – длина получаемой щепы (обычно равная 15 ... 20 мм); z – число ножей в диске; n – частота вращения диска, мин⁻¹; F_{Π} – площадь проходного сечения окна патрона, м²; $K_{\text{зап}}$ – коэффициент заполнения сечения проходного окна патрона (при переработке дров $K_{\text{зап}} = 0,2 \dots 0,4$, при переработке кусковых отходов $K_{\text{зап}} = 0,1 \dots 0,2$); K_{Π} – коэффициент подачи перерабатываемого сырья (при измельчении дров $K_{\Pi} = 1,0$, при измельчении кусковых отходов $K_{\Pi} = 0,4 \dots 0,5$, короткомерных лесоматериалов $K_{\Pi} = 0,5 \dots 0,7$); $K_{\text{и}}$ – коэффициент использования машинного и рабочего времени (соответственно равен 0,7 ... 0,8 и 0,8 ... 0,9); α – угол наклона загрузочного патрона (обычно равный 45 ... 52°).

Рабочим органом барабанных рубительных машин является барабан или литой ротор с закрепленными ножами. В барабанных рубительных машинах траекторией резания является удлиненная циклоида (трохоида), которая получается в результате сложения одновременно происходящего вращательного движения ножевого барабана и поступательного движения подаваемого на переработку материала, поэтому толщина срезаемого на щепу слоя древесного материала является величиной переменной. В связи с этим разброс линейных размеров частиц щепы по длине, толщине и ширине более значителен, чем разброс щепы от дисковых рубительных машин, т. е. щепа, получается несколько худшего качества.

Производительность барабанных рубительных машин обычно определяют экспериментальным путем. Производительность машины, имеющей механизм принудительной подачи материала, при данных конкретных условиях может быть определена по формуле:

$$\Pi = 3,6 \times 10^{-3} \times F_{\Pi} \times u_{\text{п.с.}} \times K_{\text{зап}} \times K_{\Pi} \times K_{\text{и}}, \quad (3.2)$$

где $u_{\text{п.с.}}$ – скорость подачи сырья механизмом подачи, м/мин. (принимается из технической характеристики машины); F_{Π} – площадь проходного сечения окна патрона, м^2 ; $K_{\text{зап}}$ – коэффициент заполнения сечения проходного окна патрона (при переработке дров $K_{\text{зап}} = 0,2 \dots 0,4$, при переработке кусковых отходов $K_{\text{зап}} = 0,1 \dots 0,2$); K_{Π} – коэффициент подачи перерабатываемого сырья (при измельчении дров $K_{\Pi} = 1,0$, при измельчении кусковых отходов $K_{\Pi} = 0,4 \dots 0,5$, короткомерных лесоматериалов $K_{\Pi} = 0,5 \dots 0,7$); $K_{\text{и}}$ – коэффициент использования машинного и рабочего времени (соответственно равен $0,7 \dots 0,8$ и $0,8 \dots 0,9$).

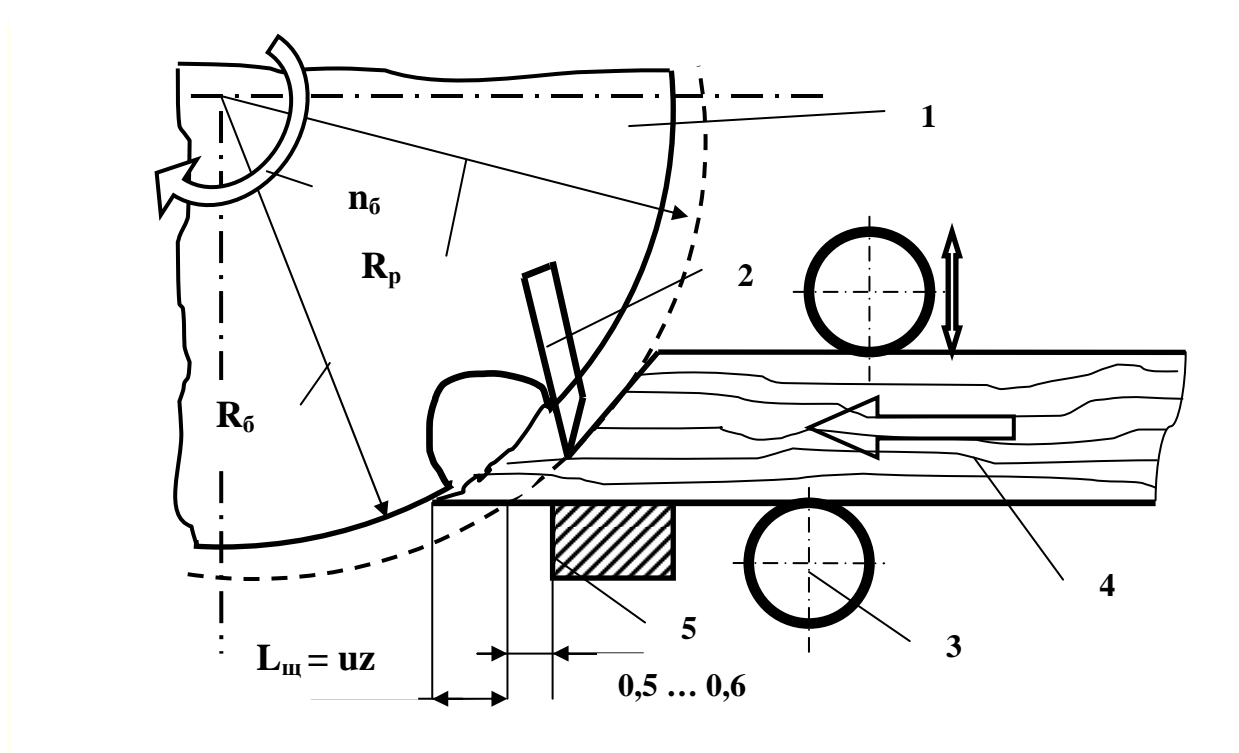


Рис. 3.3. Схема процесса резания (рубки) сырья в барабанной рубильной машине: 1 - барабан; 2 - нож; 3 - механизм подачи; 4 - перерабатываемый материал; 5 - контрнож

ЗАДАНИЕ № 3.1

Определить производительность рубительной машины при следующих исходных данных

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 3.1	Примечание
1	2	3
1	Число ножей в диске – 10 шт.; Площадь проходного сечения окна патрона – 0,3 м ² ; Частота вращения диска – 590 мин ⁻¹ ; Угол наклона загрузочного патрона – 45°; Вид перерабатываемого материала – кусковые отходы.	Дисковая рубительная машина.
2	Число ножей в диске – 12 шт.; Площадь проходного сечения окна патрона – 0,16 м ² ; Частота вращения диска – 375 мин ⁻¹ ; Угол наклона загрузочного патрона – 50°; Вид перерабатываемого материала – короткомерные лесоматериалы.	Дисковая рубительная машина.
3	Число ножей в диске – 16 шт.; Площадь проходного сечения окна патрона – 0,2 м ² ; Частота вращения диска – 375 мин ⁻¹ ; Угол наклона загрузочного патрона – 45°; Вид перерабатываемого материала – короткомерные лесоматериалы.	Дисковая рубительная машина.
4	Число ножей в диске – 16 шт.; Площадь проходного сечения окна патрона – 0,3 м ² ; Частота вращения диска – 740 мин ⁻¹ ; Угол наклона загрузочного патрона – 45°; Вид перерабатываемого материала – дровяная древесина.	Дисковая рубительная машина.
5	Число ножей в диске – 12 шт.; Площадь проходного сечения окна патрона – 0,09 м ² ; Частота вращения диска – 590 мин ⁻¹ ; Угол наклона загрузочного патрона – 45°; Вид перерабатываемого материала – короткомерные лесоматериалы.	Дисковая рубительная машина.
6	Число ножей в диске – 16 шт.; Площадь проходного сечения окна патрона – 0,06 м ² ; Частота вращения диска – 375 мин ⁻¹ ; Угол наклона загрузочного патрона – 52°; Вид перерабатываемого материала – короткомерные лесоматериалы.	Дисковая рубительная машина.
7	Число ножей в диске – 10 шт.; Площадь проходного сечения окна патрона – 0,2 м ² ; Частота вращения диска – 740 мин ⁻¹ ; Угол наклона загрузочного патрона – 45°; Вид перерабатываемого материала – дровяная дрв.	Дисковая рубительная машина.

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 3.1	Примечание
1	2	3
8	Число ножей в диске – 16 шт.; Площадь проходного сечения окна патрона – 0,06 м ² ; Частота вращения диска – 375 мин ⁻¹ ; Угол наклона загрузочного патрона – 52°; Вид перерабатываемого материала – короткомерные лесоматериалы.	Дисковая рубительная машина.
9	Число ножей в диске – 12 шт.; Площадь проходного сечения окна патрона – 0,3 м ² ; Частота вращения диска – 740 мин ⁻¹ ; Угол наклона загрузочного патрона – 45°; Вид перерабатываемого материала – дровяная дрв.	Дисковая рубительная машина.
10	Число ножей в диске – 16 шт.; Площадь проходного сечения окна патрона – 0,2 м ² ; Частота вращения диска – 740 мин ⁻¹ ; Угол наклона загрузочного патрона – 45°; Вид перерабатываемого материала – дровяная древесина.	Дисковая рубительная машина.
11	Площадь проходного сечения окна патрона – 0,2 м ² ; Скорость подачи древесного сырья – 30 м/мин; Вид перерабатываемого материала – дровяная дрв.	Барабанная рубительная машина.
12	Площадь проходного сечения окна патрона – 0,84 м ² ; Скорость подачи древесного сырья – 70 м/мин; Вид перерабатываемого материала – дровяная древесина.	Барабанная рубительная машина.
13	Площадь проходного сечения окна патрона – 0,05 м ² ; Скорость подачи древесного сырья – 42 м/мин; Вид перерабатываемого материала – короткомерные лесоматериалы.	Барабанная рубительная машина.
14	Площадь проходного сечения окна патрона – 0,45 м ² ; Скорость подачи древесного сырья – 90 м/мин; Вид перерабатываемого материала – короткомерные лесоматериалы.	Барабанная рубительная машина.
15	Площадь проходного сечения окна патрона – 0,2 м ² ; Скорость подачи древесного сырья – 58 м/мин; Вид перерабатываемого материала – кусковые отходы.	Барабанная рубительная машина.
16	Площадь проходного сечения окна патрона – 0,6 м ² ; Скорость подачи древесного сырья – 70 м/мин; Вид перерабатываемого материала – кусковые отходы.	Барабанная рубительная машина.
17	Площадь проходного сечения окна патрона – 0,6 м ² ; Скорость подачи древесного сырья – 42 м/мин; Вид перерабатываемого материала – короткомерные лесоматериалы.	Барабанная рубительная машина.

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 3.1	Примечание
1	2	3
18	Площадь проходного сечения окна патрона – 0,84 м ² ; Скорость подачи древесного сырья – 58 м/мин; Вид перерабатываемого материала – дровяная древесина.	Барабанная рубительная машина.
19	Площадь проходного сечения окна патрона – 0,45 м ² ; Скорость подачи древесного сырья – 42 м/мин; Вид перерабатываемого материала – дровяная древесина.	Барабанная рубительная машина.
20	Площадь проходного сечения окна патрона – 0,2 м ² ; Скорость подачи древесного сырья – 42 м/мин; Вид перерабатываемого материала – кусковые отходы.	Барабанная рубительная машина.
21	Площадь проходного сечения окна патрона – 0,55 м ² ; Скорость подачи древесного сырья – 36 м/мин; Вид перерабатываемого материала – дровяная древесина.	Барабанная рубительная машина.
22	Число ножей в диске – 12 шт.; Площадь проходного сечения окна патрона – 0,06 м ² ; Частота вращения диска – 375 мин ⁻¹ ; Угол наклона загрузочного патрона – 52°; Вид перерабатываемого материала – короткомерные лесоматериалы.	Дисковая рубительная машина.

3.2. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕЗАНОЙ СТРУЖКИ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ

В производстве древесных плит преимущественно применяют специальные стружки, получаемые резанием на стружечных станках.

По схеме, реализуемой в процессе резания в существующих стружечных станках, различают два вида процесса измельчения древесины в стружку: строгание с вращающимися ножами в плоскости (дисковые стружечные станки); цилиндрическое фрезерование (стружечные станки с ножевым валом, чашеобразной и фрезерной головками).

Широко реализуется два основных способа получения древесной стружки.

Первый способ заключается в непосредственном измельчении крупномерной древесины в стружку на стружечных станках в основном с ножевым валом. Качество стружки, получаемое на этих станках высокое. Переработка тонкомерного сырья по этому способу нерациональная, так как процесс становится очень трудоемким и малопродуктивным. При переработке тонкомерного сырья снижается качество получаемой стружки.

Второй способ заключается в переработке различных кусковых отходов и круглых лесоматериалов в щепу, затем измельчение щепы в стружку на центробежных стружечных станках.

Этот способ отличается относительно низкой трудоемкостью процесса измельчения древесного сырья в стружку при высокой механизации и автоматизации процесса.

Измельчение крупномерной древесины непосредственно в стружку может осуществляться как без разделки, так и после разделки древесины на мерные заготовки. При этом процесс измельчения без разделки на мерные заготовки менее трудоемкий, кроме того, он позволяет измельчать древесину в пачках. Это позволяет перерабатывать тонкомерное сырье при достаточно высоком качестве получаемой стружки.

По конструкции механизма резания стружечные станки разделяются на дисковые, с ножевым валом, фрезерные, чашеобразные и центробежные (рис. 3.4).

В дисковых стружечных станках срезание стружек производится при помощи плоских ножей, расположенных радиально на торцевой поверхности диска, вращающегося на горизонтальном или вертикальном валу. Срезанные стружки удаляются из зоны резания через подножевую щель и попадают в полость между диском и корпусом станка, откуда выбрасываются через специальный патрубок в приемник транспортного устройства.

В стружечных станках с ножевым валом стружки по толщине срезаются ножами, установленными в продольных пазах цилиндра параллельно или под углом к оси ножевого вала. Режущие ножи имеют гребенчатую форму или имеют специальные выступы – подрезатели.

На фрезерных стружечных станках ножи расположены на поверхности фрезы, параллельно ее оси. Стружка срезается ножами и попадает в подножевые пазы, из которых удаляется центробежными силами.

В стружечных станках чашеобразного типа стружка срезается ножами, расположенными на внутренней поверхности чашеобразной головки и удаляется из зоны резания через подножевые щели.

Процесс измельчения древесины фрезерованием осуществляется на стружечных станках с режущим инструментом в виде ножевого вала или чаши с лезвиями ножей, обращенными внутрь, или фрезерной головкой. Фрезерование характеризуется тем, что ось вращения режущего инструмента параллельна поверхности резания, а лезвие ножа описывает окружность. Процесс фрезерования происходит при равномерном вращении режущего инструмента и равномерной подаче измельчаемой древесины на режущий инструмент.

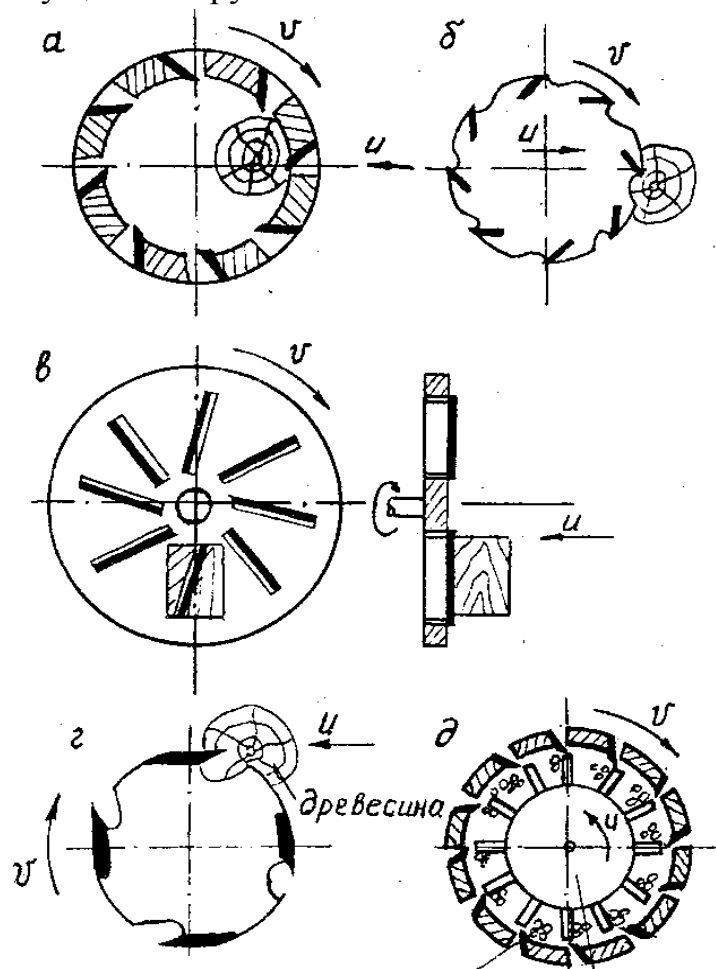


Рис. 3.4. Принципиальные схемы стружечных станков различного типа: а – чашеобразного; б – фрезерного; в – дискового; г – с ножевым валом; д – центробежного

Расчет мощности привода крыльчатки и ротора центробежного стружечного станка.

Роторные стружечные станки предназначены для измельчения технологической щепы в стружку, принципиальная схема приведена на рис. 3.4(д). Преимущественно при переработке получают стружку игольчатой формы.

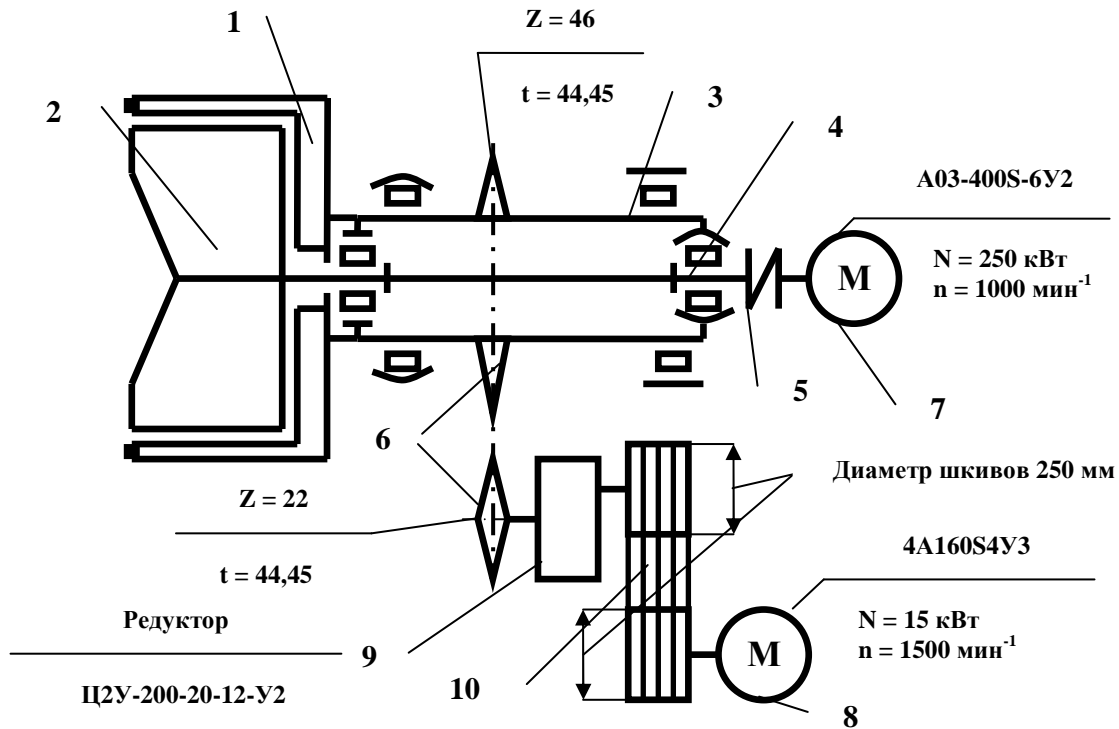


Рис. 3.5. Кинематическая схема станка ДС-7

На рис. 3.5 представлена кинематическая схема роторного стружечного станка ДС-7. Ножевой ротор 1 на полем валу 3 через цепную передачу 6, редуктор 9 и клиноременную передачу 10 приводится во вращение от двигателя 8. Крыльчатка 2 на валу 4 приводится во вращение через муфту 5 от двигателя 7. Мощность привода в роторных стружечных станках определяют отдельно для привода крыльчатки и для привода ножевого ротора.

Мощность привода крыльчатки:

$$N'_{кр} = N_k + N_{щ} + N_T + N_{ш} + N_p, \quad (3.3)$$

где N_k — мощность, затрачиваемая на вращение крыльчатки при «холостом» ходе, кВт;

$N_{щ}$ — мощность, затрачиваемая на разгон щепы, кВт;

N_T — мощность, затрачиваемая на преодоление сил трения щепы о крыльчатку, кВт;

N_n — мощность подачи, затрачиваемая на преодоление нормальной силы резания щепы ножами ротора, кВт;

N_p — мощность резания, кВт.

Мощность, затрачиваемую на вращение крыльчатки при «холостом» ходе (N_k) можно определить по формуле:

$$N_k = M_{mp} \cdot n_k / 9,55 \cdot 10^3, \quad (3.4)$$

где M_{mp} — крутящий момент на преодоление сил трения в опорах, Н/м.

$$M_{mp} = 9,8 \cdot f \cdot G_k \cdot d_k / 2, \quad (3.5)$$

где f — коэффициент трения в подшипниках вала ($f = 0,02$);

G_k — масса крыльчатки, кг;

d_k — диаметр окружности качения роликов опорного подшипника, на котором установлен вал крыльчатки, м;

n_k — частота вращения крыльчатки, об/мин.

При определении $N_{щ}$, исходя из экспериментальных и расчетных данных и принимают $N_{щ} = 5$ кВт.

Для определения N_T необходимо узнать массу щепы $G_{щ}$ (кг), находящейся в данный момент времени в станке:

$$G_{щ} = q \cdot t_{ср}, \quad (3.6)$$

где q — производительность станка, кг/с, определяется из его технической характеристике;

$t_{ср}$ — время, необходимое для переработки щепы средней толщины, с.

$$t_{ср} = i \cdot t_{h_{ср}}, \quad (3.7)$$

где $t_{h_{ср}}$ — время, необходимое для срезания стружки средней толщины, с,

$$t_{h_{ср}} = \frac{60}{n_p + n_k} \cdot Z, \quad (3.8)$$

где n_p и n_k — частота вращения соответственно ротора и крыльчатки (об/мин), определяется из технической характеристики станка;

Z — число режущих ножей ротора, определяется также из технической характеристики станка.

Тогда:

$$G_{щ} = q \cdot t_{ср} = \frac{60 \cdot (h_{щ}/h_{ср} - 1) \cdot \eta}{(n_k + n_p) \cdot Z} = \frac{60 \cdot (h_{щ} - h_{ср}) \cdot \eta}{(n_k + n_p) \cdot h_{ср} \cdot Z} \quad (3.9)$$

Приведенная центробежная сила инерции щепы, находящейся в роторе:

$$P_u = G_{щ} \cdot v_k^2 \cdot 9,8/R_k, \quad (3.10)$$

где v_k – окружная скорость крыльчатки, м/с;

R_k – радиус крыльчатки, м.

$$v_k = \pi \cdot D_k \cdot n_k / 60, \quad (3.11)$$

где D_k – диаметр крыльчатки, м.

$$\text{Тогда } N_m = P_u \cdot f \cdot v_k / 1000, \quad (3.12)$$

где f – коэффициент трения древесины по металлу.

После подстановки данных получим:

$$N_m = \frac{60 \cdot v_k^3 \cdot (h_{щ} - h_{ср}) \cdot q \cdot f}{102 \cdot (n_k + n_p) \cdot h_{ср} \cdot Z \cdot R_k} \quad (3.13)$$

Определение N_m связано с нахождением силы подачи щепы на нож, преодолевающей вертикальную составляющую силы резания. В данном случае этой составляющей является сила Q . Касательная сила резания (H):

$$P = P_m \cdot b \cdot a_{нож}, \quad (3.14)$$

где P_m – табличная сила резания, Н/м. Определяют в зависимости от толщины стружки по рис.3.6;

b – ширина резания, мм; $b = 0,8 \cdot B$; где B – длина ножа, мм;

$a_{нож}$ – общая поправка на условия резания:

$$a_{нож} = a_n \cdot a_w \cdot a_p \cdot a_\delta \cdot a_v, \quad (3.15)$$

где a_n – поправка на породу древесины. Для древесины сосны – 1,0; ели – 0,9; березы – 1,3; дуба – 1,5;

a_w – поправка на влажность древесины. Для 10 – 15% $a_w = 1,0$; для 20 – 30% $a_w = 0,93$; для 50 – 70% $a_w = 0,89$; более 70% $a_w = 0,87$;

a_p – поправка на затупление резца. Можно принять равной 1,4 – 1,7;

a_δ – поправка на угол резания. При угле резания 50° $a_\delta = 0,8$; при 70° $a_\delta = 1,4$; при 80° $a_\delta = 1,7$;

a_v – поправка на скорость резания. При скорости резания 40 м/с $a_v = 1,0$; при 60 м/с $a_v = 1,1$; при 90 м/с $a_v = 1,3$; при 100 м/с $a_v = 1,4$.

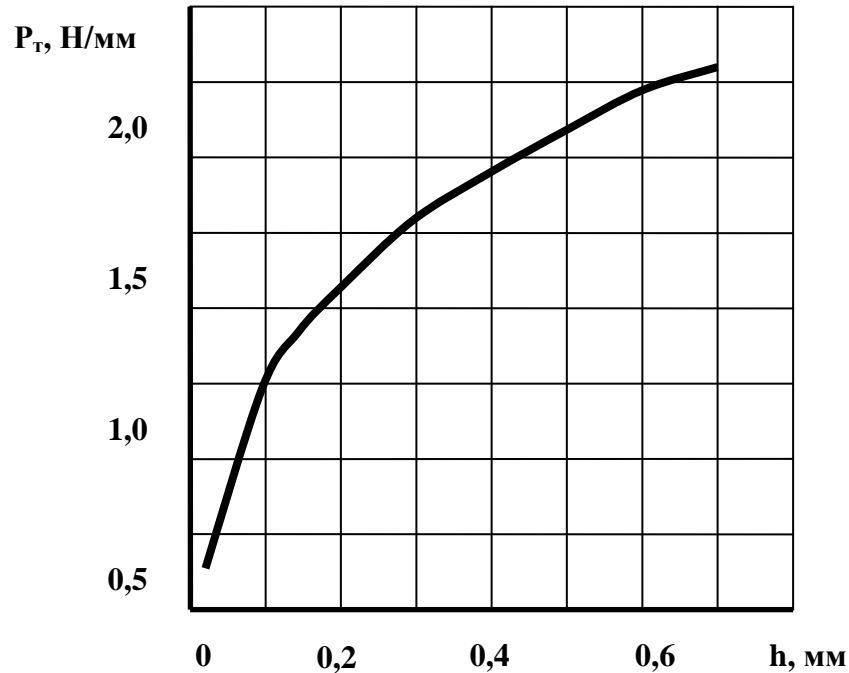


Рис.3.6. График зависимости силы резания от толщины стружки

Мощность резания:

$$N_p = p \cdot v_k / 1000 \quad (3.16)$$

Нормальная сила резания (Н):

$$Q = m \cdot P, \quad (3.17)$$

где m – переходный множитель. Можно принимать равным 0,6 - 0,9.

Мощность подачи:

$$N_n = Q \cdot \kappa / 1000 \quad (3.18)$$

Мощность привода ножевого ротора (кВт) определяется по формуле:

$$N'_p = N_{рот} + N_{тр} + N_{рез}, \quad (3.19)$$

где $N_{рот}$ – мощность, затрачиваемая на вращение ротора при холостом ходе, кВт;

$N_{тр}$ – мощность, затрачиваемая на преодоление сил трения щепы о поверхность ротора, кВт;

$N_{рез}$ — мощность, затрачиваемая на резание древесины, кВт.

По аналогии с расчетом, проведенным по мощности привода крыльчатки, но подставляя размеры ротора, можем определить, что

$$N_{рот} = M_{мп} \cdot n_p / 9,55 \cdot 10^3, \quad (3.20)$$

или

$$N_{мп} = 9,8 \cdot f \cdot G_p \cdot d_p \cdot n_p / 9,55 \cdot 10^3, \quad (3.21)$$

$$N_{мп} = \frac{60 \cdot v_p^3 \cdot (h_{щ} - h_{ср}) \cdot q \cdot f}{102 \cdot (n_k + n_p) \cdot h_{ср} \cdot Z \cdot R_p}. \quad (3.22)$$

Мощность, затрачиваемая на резание ротором:

$$N_{рез} = (N_n + N_k) \cdot n_p / n_k. \quad (3.23)$$

Для определения массы деталей ротора, их сил тяжести и центра масс ротора примем диаметр вала постоянным по длине. Размеры ротора и вала указаны на рис. 3.7. Материал вала и ротора – сталь (ρ – плотность стали).

Масса (кг) кольцевого плоского диска:

$$m_1 = \pi \cdot (D_n^2 - D_1^2) \cdot S_1 \cdot \rho / 4; \quad (3.24)$$

Масса (кг) обечайки ротора с ножами:

$$m_2 = \pi \cdot (D_n^2 - D_2^2) \cdot l_n \cdot \rho / 4; \quad (3.25)$$

Масса (кг) днища ротора:

$$m_3 = \pi \cdot D_n^2 \cdot S_2 \cdot \rho / 4. \quad (3.26)$$

Масса ротора заполненного щепой:

$$m = m_1 + m_2 + m_3 + G_{щ}. \quad (3.27)$$

Сила тяжести (Н):

$$Q_1 = m_1 \cdot g; Q_2 = m_2 \cdot g; Q_3 = m_3 \cdot g; Q_{щ} = m_{щ} \cdot g; Q = m \cdot g. \quad (3.28)$$

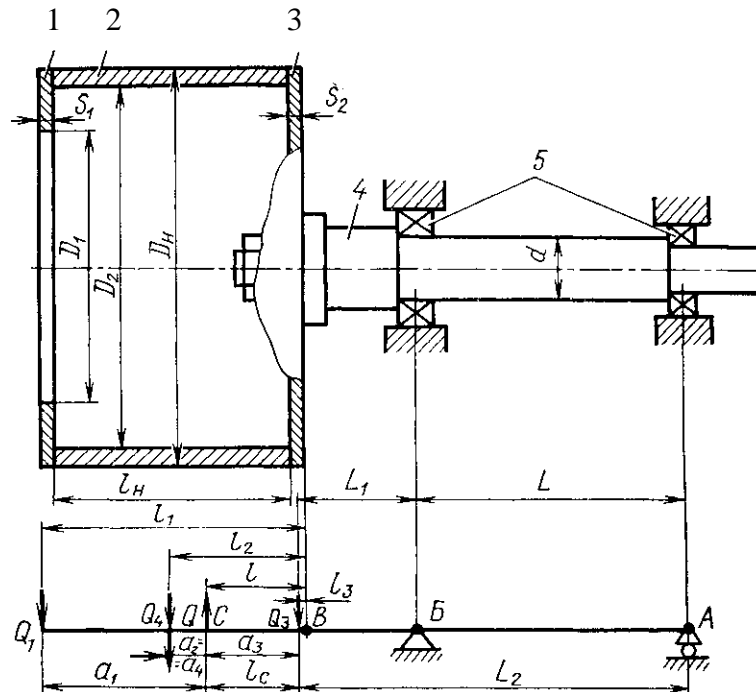


Рис.3.7. Расчетная схема ротора

Расстояние (м) от центра масс деталей до точки В:

$$l_1 = 0,5 \cdot S_1 + l_n + S_2; \quad l_2 = 0,5 \cdot l_n + S_2; \quad l_3 = 0,5 \cdot S_2. \quad (3.29)$$

Расстояние от центра массы ротора до края днища из условия равенства нулю суммы моментов относительно точки В:

$$l = [Q_1 \cdot l_1 + (Q_2 + Q_{\text{уп}}) \cdot l_2 + Q_3 \cdot l_3] / Q. \quad (3.30)$$

Расстояние от центра массы ротора до центров массы деталей, м:

$$a_1 = l_1 - l; \quad a_2 = a_4 = l_2 - l; \quad l_c = a_3 = l - l_3. \quad (3.31)$$

Критическая скорость вала (рад/с) при условии, что вся масса ротора сосредоточена в точке его крепления к валу:

$$\omega_{\text{кр}}' = \sqrt{\frac{3 \cdot E \cdot \pi \cdot \alpha^4}{64 \cdot L_2 \cdot L_1^2 \cdot m}}, \quad (3.32)$$

где E — модуль упругости стали, Па;

Критическая скорость вала при учете вылета l_c центра массы ротора от точки В крепления его на валу и с учетом массы ротора:

$$\omega_{кр}'' = \sqrt{\frac{3 \cdot E \cdot \pi \cdot d^4}{64 \cdot (L_1 + l_c) \cdot (L_2 + l_c)^2 \cdot m}} \quad (3.33)$$

С учетом всех показателей (в том числе гироскопического момента):

$$\omega_{кр} = \omega_{кр}'' + 0,16 \cdot \omega_{кр}'' \quad (3.34)$$

Рабочая угловая скорость (рад/с):

$$\omega_p = \pi \cdot n / 30, \quad (3.35)$$

где n – частота вращения вала, об/мин.

При $\omega_p / \omega_{кр} < 0,7$ вал будет работать в докритической области, т.е. вал виброустойчив. Аналогично рассчитывается система вал-крыльчатка.

Производительность центробежных (роторных) стружечных станков, кг/ч, ориентировочно может быть определена по формуле:

$$П = 3600 V_p h_{cp} z L_n \rho_{др.с} K / 1000 \quad (3.36)$$

где V_p – скорость резания, м/с;

L_n – длина ножей, м;

h_{cp} – средняя толщина получаемой стружки, мм;

z – число ножей в ножевом барабане, шт.;

$\rho_{др.с}$ – средняя плотность перерабатываемого древесного сырья, кг/м³;

K – суммарный коэффициент, учитывающий характер резания, заполнения объема ротора, использование длины ножа, использование машинного времени (в расчетах принимают ($K = 0,005 \dots 0,007$)).

ЗАДАНИЕ № 3.2

Определить производительность роторного стружечного станка и мощность привода крыльчатки и ротора при следующих исходных данных

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 3.2	Примечание
1	2	3
1	Толщина получаемой стружки – 0,3 мм; Внутренний диаметр ножевого барабана – 1200 мм; Наружный диаметр крыльчатки – 1195 мм; Число лопастей крыльчатки – 18 шт.; Число ножей – 49 шт.; Длина ножа – 170 мм; Частота вращения ножевого барабана – 35 мин ⁻¹ ; Частота вращения крыльчатки – 990 мин ⁻¹ ; Вид перерабатываемого материала – технологическая щепка.	Центробежный стружечный станок – ДС-7А. Недостающие данные принять из справочной литературы [3]. Разрез станка приведен на рис. 7.5 [3].
2	Толщина получаемой стружки – 0,4 мм; Внутренний диаметр ножевого барабана – 1200 мм; Наружный диаметр крыльчатки – 1195 мм; Число лопастей крыльчатки – 18 шт.; Число ножей – 49 шт.; Длина ножа – 170 мм; Частота вращения ножевого барабана – 35 мин ⁻¹ ; Частота вращения крыльчатки – 990 мин ⁻¹ ; Вид перерабатываемого материала – технологическая щепка.	Центробежный стружечный станок – ДС-7А. Недостающие данные принять из справочной литературы [3]. Разрез станка приведен на рис. 7.5 [3].
3	Толщина получаемой стружки – 0,5 мм; Внутренний диаметр ножевого барабана – 1200 мм; Наружный диаметр крыльчатки – 1195 мм; Число лопастей крыльчатки – 18 шт.; Число ножей – 49 шт.; Длина ножа – 170 мм; Частота вращения ножевого барабана – 35 мин ⁻¹ ; Частота вращения крыльчатки – 990 мин ⁻¹ ; Вид перерабатываемого материала – технологическая щепка.	Центробежный стружечный станок – ДС-7А. Недостающие данные принять из справочной литературы [3]. Разрез станка приведен на рис. 7.5 [3].
4	Толщина получаемой стружки – 0,3 мм; Внутренний диаметр ножевого барабана – 1030 мм; Наружный диаметр крыльчатки – 1025 мм; Число лопастей крыльчатки – 18 шт.; Число ножей – 36 шт.; Длина ножа – 170 мм; Частота вращения ножевого барабана – 52 мин ⁻¹ ; Частота вращения крыльчатки – 925 мин ⁻¹ ; Вид перерабатываемого материала – технологическая щепка.	Центробежный стружечный станок – ДС-5. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 3.2	Примечание
1	2	3
5	<p>Толщина получаемой стружки – 0,4 мм; Внутренний диаметр ножевого барабана – 1030 мм; Наружный диаметр крыльчатки – 1025 мм; Число лопастей крыльчатки – 18 шт.; Число ножей – 36 шт.; Длина ножа – 170 мм; Частота вращения ножевого барабана – 52 мин⁻¹; Частота вращения крыльчатки – 925 мин⁻¹; Вид перерабатываемого материала – технологическая щеп.</p>	<p>Центробежный стружечный станок – ДС-5. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].</p>
6	<p>Толщина получаемой стружки – 0,5 мм; Внутренний диаметр ножевого барабана – 1030 мм; Наружный диаметр крыльчатки – 1025 мм; Число лопастей крыльчатки – 18 шт.; Число ножей – 36 шт.; Длина ножа – 170 мм; Частота вращения ножевого барабана – 52 мин⁻¹; Частота вращения крыльчатки – 925 мин⁻¹; Вид перерабатываемого материала – технологическая щеп.</p>	<p>Центробежный стружечный станок – ДС-5. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].</p>
7	<p>Толщина получаемой стружки – 0,3 мм; Внутренний диаметр ножевого барабана – 1200 мм; Наружный диаметр крыльчатки – 1195 мм; Число лопастей крыльчатки – 18 шт.; Число ножей – 42 шт.; Длина ножа – 180 мм; Частота вращения ножевого барабана – 50 мин⁻¹; Частота вращения крыльчатки – 900 мин⁻¹; Вид перерабатываемого материала – технологическая щеп.</p>	<p>Центробежный стружечный станок фирмы «Пальман» - PZ12P. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].</p>
8	<p>Толщина получаемой стружки – 0,4 мм; Внутренний диаметр ножевого барабана – 1200 мм; Наружный диаметр крыльчатки – 1195 мм; Число лопастей крыльчатки – 18 шт.; Число ножей – 42 шт.; Длина ножа – 180 мм; Частота вращения ножевого барабана – 50 мин⁻¹; Частота вращения крыльчатки – 900 мин⁻¹; Вид перерабатываемого материала – технологическая щеп.</p>	<p>Центробежный стружечный станок фирмы «Пальман» - PZ12P. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].</p>

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 3.2	Примечание
1	2	3
9	<p>Толщина получаемой стружки – 0,5 мм; Внутренний диаметр ножевого барабана – 1200 мм; Наружный диаметр крыльчатки – 1195 мм; Число лопастей крыльчатки – 18 шт.; Число ножей – 42 шт.; Длина ножа – 180 мм; Частота вращения ножевого барабана – 50 мин⁻¹; Частота вращения крыльчатки – 900 мин⁻¹; Вид перерабатываемого материала – технологическая щеп.</p>	<p>Центробежный стружечный станок фирмы «Пальман» - PZ12P. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].</p>
10	<p>Толщина получаемой стружки – 0,3 мм; Внутренний диаметр ножевого барабана – 1200 мм; Наружный диаметр крыльчатки – 1195 мм; Число лопастей крыльчатки – 18 шт.; Число ножей – 42 шт.; Длина ножа – 325 мм; Частота вращения ножевого барабана – 50 мин⁻¹; Частота вращения крыльчатки – 920 мин⁻¹; Вид перерабатываемого материала – технологическая щеп.</p>	<p>Центробежный стружечный станок фирмы «Пальман» - PZ14P. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].</p>
11	<p>Толщина получаемой стружки – 0,4 мм; Внутренний диаметр ножевого барабана – 1200 мм; Наружный диаметр крыльчатки – 1195 мм; Число лопастей крыльчатки – 18 шт.; Число ножей – 42 шт.; Длина ножа – 325 мм; Частота вращения ножевого барабана – 50 мин⁻¹; Частота вращения крыльчатки – 920 мин⁻¹; Вид перерабатываемого материала – технологическая щеп.</p>	<p>Центробежный стружечный станок фирмы «Пальман» - PZ14P. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].</p>
12	<p>Толщина получаемой стружки – 0,5 мм; Внутренний диаметр ножевого барабана – 1200 мм; Наружный диаметр крыльчатки – 1195 мм; Число лопастей крыльчатки – 18 шт.; Число ножей – 42 шт.; Длина ножа – 325 мм; Частота вращения ножевого барабана – 50 мин⁻¹; Частота вращения крыльчатки – 920 мин⁻¹; Вид перерабатываемого материала – технологическая щеп.</p>	<p>Центробежный стружечный станок фирмы «Пальман» - PZ14P. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].</p>

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 3.2	Примечание
1	2	3
13	<p>Толщина получаемой стружки – 0,3 мм; Внутренний диаметр ножевого барабана – 1200 мм; Наружный диаметр крыльчатки – 1195 мм; Число лопастей крыльчатки – 18 шт.;</p> <p>Число ножей – 42 шт.;</p> <p>Длина ножа – 450 мм;</p> <p>Частота вращения ножевого барабана – 50 мин⁻¹;</p> <p>Частота вращения крыльчатки – 920 мин⁻¹;</p> <p>Вид перерабатываемого материала – технологическая щеп.</p>	<p>Центробежный стружечный станок фирмы «Пальман» - PZ15P.</p> <p>Недостающие данные принять из справочной литературы [3].</p>
14	<p>Толщина получаемой стружки – 0,4 мм; Внутренний диаметр ножевого барабана – 1200 мм; Наружный диаметр крыльчатки – 1195 мм; Число лопастей крыльчатки – 18 шт.;</p> <p>Число ножей – 42 шт.;</p> <p>Длина ножа – 450 мм;</p> <p>Частота вращения ножевого барабана – 50 мин⁻¹;</p> <p>Частота вращения крыльчатки – 920 мин⁻¹;</p> <p>Вид перерабатываемого материала – технологическая щеп.</p>	<p>Центробежный стружечный станок фирмы «Пальман» - PZ15P.</p> <p>Недостающие данные принять из справочной литературы [3].</p>
15	<p>Толщина получаемой стружки – 0,5 мм; Внутренний диаметр ножевого барабана – 1200 мм; Наружный диаметр крыльчатки – 1195 мм; Число лопастей крыльчатки – 18 шт.;</p> <p>Число ножей – 42 шт.;</p> <p>Длина ножа – 450 мм;</p> <p>Частота вращения ножевого барабана – 50 мин⁻¹;</p> <p>Частота вращения крыльчатки – 920 мин⁻¹;</p> <p>Вид перерабатываемого материала – технологическая щеп.</p>	<p>Центробежный стружечный станок фирмы «Пальман» - PZ15P.</p> <p>Недостающие данные принять из справочной литературы [3].</p>
16	<p>Толщина получаемой стружки – 0,3 мм; Внутренний диаметр ножевого барабана – 1200 мм; Наружный диаметр крыльчатки – 1195 мм; Число лопастей крыльчатки – 18 шт.;</p> <p>Число ножей – 42 шт.;</p> <p>Длина ножа – 600 мм;</p> <p>Частота вращения ножевого барабана – 50 мин⁻¹;</p> <p>Частота вращения крыльчатки – 920 мин⁻¹;</p> <p>Вид перерабатываемого материала – технологическая щеп.</p>	<p>Центробежный стружечный станок фирмы «Пальман» - PZ16P.</p> <p>Недостающие данные принять из справочной литературы [3].</p>

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 3.2	Примечание
1	2	3
17	<p>Толщина получаемой стружки – 0,4 мм; Внутренний диаметр ножевого барабана – 1200 мм; Наружный диаметр крыльчатки – 1195 мм; Число лопастей крыльчатки – 18 шт.; Число ножей – 42 шт.; Длина ножа – 600 мм; Частота вращения ножевого барабана – 50 мин⁻¹; Частота вращения крыльчатки – 920 мин⁻¹; Вид перерабатываемого материала – технологическая щеп.</p>	<p>Центробежный стружечный станок фирмы «Пальман» - PZ16P. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].</p>
18	<p>Толщина получаемой стружки – 0,5 мм; Внутренний диаметр ножевого барабана – 1200 мм; Наружный диаметр крыльчатки – 1195 мм; Число лопастей крыльчатки – 18 шт.; Число ножей – 42 шт.; Длина ножа – 375 мм; Частота вращения ножевого барабана – 50 мин⁻¹; Частота вращения крыльчатки – 900 мин⁻¹; Вид перерабатываемого материала – технологическая щеп.</p>	<p>Центробежный стружечный станок фирмы «Пальман» - PZK-R. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].</p>
19	<p>Толщина получаемой стружки – 0,3 мм; Внутренний диаметр ножевого барабана – 1200 мм; Наружный диаметр крыльчатки – 1195 мм; Число лопастей крыльчатки – 18 шт.; Число ножей – 42 шт.; Длина ножа – 375 мм; Частота вращения ножевого барабана – 50 мин⁻¹; Частота вращения крыльчатки – 900 мин⁻¹; Вид перерабатываемого материала – технологическая щеп.</p>	<p>Центробежный стружечный станок фирмы «Пальман» - PZK-R. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].</p>
20	<p>Толщина получаемой стружки – 0,4 мм; Внутренний диаметр ножевого барабана – 1200 мм; Наружный диаметр крыльчатки – 1195 мм; Число лопастей крыльчатки – 18 шт.; Число ножей – 42 шт.; Длина ножа – 375 мм; Частота вращения ножевого барабана – 50 мин⁻¹; Частота вращения крыльчатки – 900 мин⁻¹; Вид перерабатываемого материала – технологическая щеп.</p>	<p>Центробежный стружечный станок фирмы «Пальман» - PZK-R. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].</p>

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 3.2	Примечание
1	2	3
21	<p>Толщина получаемой стружки – 0,5 мм; Внутренний диаметр ножевого барабана – 1200 мм; Наружный диаметр крыльчатки – 1195 мм; Число лопастей крыльчатки – 18 шт.; Число ножей – 42 шт.; Длина ножа – 375 мм; Частота вращения ножевого барабана – 50 мин⁻¹; Частота вращения крыльчатки – 900 мин⁻¹; Вид перерабатываемого материала – технологическая щеп.</p>	<p>Центробежный стружечный станок фирмы «Пальман» - PZK-R. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].</p>
22	<p>Толщина получаемой стружки – 0,4 мм; Внутренний диаметр ножевого барабана – 1200 мм; Наружный диаметр крыльчатки – 1195 мм; Число лопастей крыльчатки – 18 шт.; Число ножей – 49 шт.; Длина ножа – 170 мм; Частота вращения ножевого барабана – 35 мин⁻¹; Частота вращения крыльчатки – 1000 мин⁻¹; Вид перерабатываемого материала – технологическая щеп.</p>	<p>Центробежный стружечный станок – ДС-7. Недостающие данные принять из справочной литературы [3]. Разрез станка приведен на рис. 7.5 [3].</p>

3.3. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВОЛОКНА, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Размалывающие мельницы обладают тем свойством, что их производительность, частота вращения диска или ротора, концентрация и давление волокнистой массы, а также конструктивные размеры рабочих органов находятся в определенной зависимости. Размалывающие машины транспортируют по зоне размолта смесь с водой, следовательно, для них справедлива формула производительности по транспортированию одного из компонентов смеси:

$$Q_M = 3600 V_c C_o \rho_M, \quad (3.37)$$

где Q_M — часовая производительность по транспортированию материала, Н/ч;
 V_c — объемный расход смеси в секунду, м³/с;
 C_o — объемная концентрация материала (отношение объема материала, перемещаемого в секунду, к объемному расходу смеси в секунду);
 ρ_M — плотность материала, Н/м³.

Объемная концентрация преобразуется в весовую по соотношению:

$$C_o \rho_M = C \rho_c, \quad (3.38)$$

где C — весовая концентрация в абсолютных единицах;
 ρ_c — плотность смеси, Н/м³.

Тогда часовая производительность принимает вид:

$$Q_M = 3600 V_c C \rho_c, \quad (3.39)$$

В этой формуле не известен объемный расход волокнистой массы в секунду V_c , поэтому полагаем, что известна часовая весовая производительность размалывающей машины и что прошедшая через зазор между ножами статора и ротора волокнистая масса в той или иной степени размолота. Объемный расход массы в секунду при этом составит:

$$V_c = \frac{Q_M}{3600 C \rho_c}, \quad (3.40)$$

а расход силы тяжести в секунду:

$$q_c = V_c \cdot \rho_c = \frac{Q_M}{3600 \cdot C}. \quad (3.41)$$

С другой стороны, эта сила находится из суммы сил тяжести за секунду волокнистого материала q_M и воды q_B :

$$q_M + q_B = q_c. \quad (3.42)$$

Вычтя из обеих частей уравнения силу тяжести воды за секунду, находим абсолютное весовое количество волокнистого материала, прошедшего размол в единицу времени:

$$q_m = \frac{Q_m}{3600 \cdot C} - q_b. \quad (3.43)$$

Объемное количество волокон, попавших в зазор между ножами в единицу времени, определяется по формуле:

$$V_m = L_p \cdot a \cdot C \cdot \Delta, \quad (3.44)$$

где $L_p = \frac{Z_c Z_p \ell n}{60}$ — число метрорезов, м/с;

a — ширина зоны контакта ножей, м;

C — весовая концентрация;

Δ — зазор между ножами статора и ротора, м;

Z_c, Z_p — количество ножей статора и ротора соответственно;

ℓ — длина ножей, м;

n — частота вращения ротора, об/мин.

Сила тяжести в секунду волокнистого материала, прошедшего через зазор между ножами $q_m = L_p \cdot a \cdot C \cdot \Delta \cdot \rho_m$, приравниваем правые части уравнений:

$$\frac{Q_m}{3600 \cdot C} - q_b = L_p \cdot a \cdot C \cdot \Delta \cdot \rho_m. \quad (3.45)$$

Из этого выражения определяем предполагаемую ранее известной часовую производительность размалывающей машины:

$$Q_m = 3600 \cdot C (L_p \cdot a \cdot C \cdot \Delta \cdot \rho_m + q_b). \quad (3.46)$$

Весовой расход воды за секунду с учетом концентрации волокнистой массы, с:

$$q_b = (1 - C)q_c. \quad (3.47)$$

Тогда

$$Q_m = 3600 C \cdot [L_p \cdot a \cdot C \cdot \Delta \cdot \gamma_m + (1 - C)q]. \quad (3.48)$$

Эта формула общая для определения производительности размалывающей машины, ролла, конической или дисковой мельниц.

Неизвестную силу тяжести волокнистой массы, проходящей за секунду через зазор между ножами q_c , определяем, воспользовавшись известным в гидравлике уравнением расхода:

$$V_c = F v, \quad (3.49)$$

где V_c — объем массы за секунду, м³/с;

F — площадь живого сечения, м;

v — средняя скорость массы нормальная к живому сечению, м/с.

У дисковых мельниц, как и у других центробежных машин, площадь живого сечения определяется как боковая поверхность цилиндра, диаметр которого равен диаметру ротора на выходе массы D , а высота равна ширине зазора между ножами Δ , т. е.:

$$F = \pi D \Delta. \quad (3.50)$$

Средней скоростью, нормальной к живой поверхности, является проекция абсолютной скорости на направление радиуса, т. е. радиальная скорость v_r . Эта скорость находится из параллелограмма скоростей на выходе массы через скорость завихрения v_n :

$$v = \frac{v_n - v}{\operatorname{ctg} \beta}, \quad (3.51)$$

где v — окружная скорость ротора м/с;

β — угол выхода массы (угол наклона ножей по отношению к радиусу), град.

Скорость завихрения v_n , в свою очередь, определяется из уравнения напора. Так как волокнистая масса поступает в мельницы самотеком, без закрутки потока, то

$$v_n = \frac{Hg}{u}, \quad (3.52)$$

где H — напор, м;

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ — ускорение силы тяжести.

Подставляя значения F , v_n , v в уравнение для V_c , находим объем массы за секунду:

$$V_c = \pi \cdot D \cdot \Delta \cdot \frac{H \cdot g - u^2}{u \cdot \operatorname{ctg} \beta}, \quad (3.53)$$

а затем и силу тяжести волокнистой массы за секунду:

$$q_c = V_c \cdot \rho_c = \pi \cdot D \cdot \rho_c \cdot \Delta \cdot \frac{H \cdot g - u^2}{u \cdot \operatorname{ctg} \beta} \quad (3.54)$$

Заменив q_c на найденное значение и учитывая, что окружная скорость мельницы:

$$v = \frac{\pi \cdot n \cdot D}{60}, \quad (3.55)$$

находим часовую весовую производительность дисковой мельницы при размоле по воздушно-сухому волокну:

$$Q_m = 3600 \cdot a \cdot C^2 \cdot L_p \cdot \gamma_m \cdot \Delta \Psi. \quad (3.56)$$

где безразмерный коэффициент

$$\Psi = 1 + \frac{1-C}{C} \cdot \frac{\pi \cdot D}{a} \cdot \frac{H \cdot n}{L_p} \cdot \frac{\rho_c}{\rho_m} \cdot \frac{1}{\operatorname{ctg} \beta} \cdot \left(\frac{60g}{\pi^2 \cdot n^2 \cdot D^2} - \frac{D}{60H} \right). \quad (3.57)$$

Уравнение и безразмерный коэффициент показывают, что производительность размалывающих машин зависит от конструктивных и технологических параметров, таких, как количество ножей статора и ротора, их длина и угол наклона, ширина зоны контакта ножей и зазора между ними, диаметр и частота вращения ротора, концентрация и напор волокнистой массы. Производительность мельниц зависит также от степени помола, что косвенно отображается входящими в формулы плотностями размалываемого материала и волокнистой массы, так как объемные веса являются величинами, обратными удельным объемам, растущими по мере размола волокнистого сырья.

Определение мощности привода дисковых мельниц.

Удельное давление на поверхности размола:

$$\rho = P / F, \quad (3.58)$$

где P — нормальная сила, действующая на площадь размола, Н,

$$P = P_1 + (\rho_2 - \rho_1) \frac{\pi}{4} (D_2^2 - d^2) - (\rho_2 - \rho_d) \frac{\pi}{4} (D_2^2 - D_1^2) + T; \quad (3.59)$$

P_1 — сила прижима диска ротора присадочным механизмом, Н;

T — сумма сил трения, возникающих в направляющих подшипниках и сальниках, Н;

ρ_2, ρ_1 — давление на входе и за диском, Н/м²;

D_2 и D_1 — наружный и внутренний диаметры диска, м;

d — диаметр вала, м;

ρ_d — давление в ячейках дисков, Н/м²;

F — площадь размола, м^2 ($F = F_p \cdot F_c / F_d$, где F_p и F_c — площадь всех ножей ротора и статора; F_d — общая плоскость диска). Для уяснения схемы действия сил, смотрите стр. 136, рис. 67 учебника «Оборудование предприятий», М.: - Лесная промышленность, 1988 г.

Подставив значения площадей, получим:

$$F = \frac{Z_p \cdot Z_c \cdot \delta_p \cdot \delta_c}{x \cdot \cos \alpha_p \cdot \cos \alpha_c} \cdot \frac{D_2 - D_1}{D_2 + D_1}, \quad (3.60)$$

где Z_p и Z_c — число ножей ротора и статора;
 α_p и α_c — углы наклона ножей ротора и статора;
 δ_p и δ_c — действительная площадь ножей ротора и статора, покрытая волокнами.

Мощность (Вт) дисковой мельницы:

$$N = N_1 + N_2 + N_3 + N_4, \quad (3.61)$$

где N_1 — мощность, затраченная на размол массы, Вт,

$$N_1 = k \cdot \rho \cdot v \cdot F, \quad (3.62)$$

$k = 0,117$ — коэффициент размола;
 v — окружная скорость ротора, м/с;

$$N_2 = \rho_c \cdot V_c \cdot H, \quad (3.63)$$

N_2 — мощность, затраченная на перемещение массы. Вт;
 ρ_c — плотность смеси, кг/м^3 ;
 V_c — внутренний объем ячеек ротора и статора, м^3 ;
 H — напор, Н/м^2 ;

$$H = k_1 \frac{v_2^2}{g} - k_2 \frac{v_1^2}{2g} - k_3 V_i^2, \quad (3.64)$$

$k_1 = \frac{1}{1 + \rho_c}$ — коэффициент, учитывающий влияние конечного числа ножей;
 $k_2 = 0,6 \dots 1$ — коэффициент, учитывающий действительные траектории отдельных струй;

$$k_3 = \frac{\sum \lambda + \lambda_1 \frac{\ell}{4R}}{2gS^2} \text{ — коэффициент;}$$

$\sum \lambda$ — сумма коэффициентов местных сопротивлений;

λ_1 — коэффициент сопротивления по длине ротора;

R — гидравлический радиус ротора, м;

ℓ — длина ротора, м;

S — площадь сечения ротора, м²;

N_3 — мощность (Вт), необходимая для преодоления дисковых сопротивлений,

$$N_3 = \int_0^r \omega \tau 2\pi r dr = \mu \rho_c \omega^3 r_c^5, \quad (3.65)$$

где $\mu = 0,005 \dots 0,015$ — коэффициент вязкости массы;

ω — угловая скорость вращения ротора, рад/с;

N_4 — мощность, необходимая для преодоления потерь в подшипниках и сальниках, Вт.

ЗАДАНИЕ № 3.3

Определить часовую производительность дисковой мельницы при размоле по воздушно-сыхому волокну при следующих исходных данных

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 3.3	Примечание
1	2	3
1	Диаметр размалывающих дисков – 1000 мм; Частота вращения дисков – 980 мин ⁻¹ ; Рабочий зазор между дисками – 0,1 мм; Ширина поверхности размола дисков – 100 мм; Концентрация массы подаваемой на размол – 3,5%; Вид перерабатываемого материала – древесноволокнистая масса.	Рафинатор МД-23. Недостающие данные принять из справочной литературы [5].
2	Диаметр размалывающих дисков – 1000 мм; Частота вращения дисков – 980 мин ⁻¹ ; Рабочий зазор между дисками – 0,15 мм; Ширина поверхности размола дисков – 100 мм; Концентрация массы подаваемой на размол – 4,5%; Вид перерабатываемого материала – древесноволокнистая масса.	Рафинатор МД-23. Недостающие данные принять из справочной литературы [5].
3	Диаметр размалывающих дисков – 1000 мм; Частота вращения дисков – 980 мин ⁻¹ ; Рабочий зазор между дисками – 0,12 мм; Ширина поверхности размола дисков – 120 мм; Концентрация массы подаваемой на размол – 3,5%; Вид перерабатываемого материала – древесноволокнистая масса.	Рафинатор МД-23. Недостающие данные принять из справочной литературы [5].
4	Диаметр размалывающих дисков – 1000 мм; Частота вращения дисков – 985 мин ⁻¹ ; Рабочий зазор между дисками – 0,1 мм; Ширина поверхности размола дисков – 100 мм; Концентрация массы подаваемой на размол – 3,0%; Вид перерабатываемого материала – древесноволокнистая масса.	Рафинатор РР-50. Недостающие данные принять из справочной литературы [5].
5	Диаметр размалывающих дисков – 1000 мм; Частота вращения дисков – 985 мин ⁻¹ ; Рабочий зазор между дисками – 0,13 мм; Ширина поверхности размола дисков – 90 мм; Концентрация массы подаваемой на размол – 3,4%; Вид перерабатываемого материала – древесноволокнистая масса.	Рафинатор РР-50. Недостающие данные принять из справочной литературы [5].
6	Диаметр размалывающих дисков – 1000 мм; Частота вращения дисков – 985 мин ⁻¹ ; Рабочий зазор между дисками – 0,10 мм; Ширина поверхности размола дисков – 70 мм; Концентрация массы подаваемой на размол – 3,9%; Вид перерабатываемого материала – древесноволокнистая масса.	Рафинатор РР-50. Недостающие данные принять из справочной литературы [5].

№ вари-анта	Исходные данные для выполнения задания № 3.3	Примечание
1	2	3
7	Диаметр размалывающих дисков – 1000 мм; Частота вращения дисков – 980 мин ⁻¹ ; Рабочий зазор между дисками – 0,1 мм; Ширина поверхности размола дисков – 100 мм; Концентрация массы подаваемой на размол – 3,0%; Вид перерабатываемого материала – древесноволокнистая масса.	Рафинатор RG. Недостающие данные принять из справочной литературы [5].
8	Диаметр размалывающих дисков – 1000 мм; Частота вращения дисков – 980 мин ⁻¹ ; Рабочий зазор между дисками – 0,15 мм; Ширина поверхности размола дисков – 100 мм; Концентрация массы подаваемой на размол – 4,0%; Вид перерабатываемого материала – древесноволокнистая масса.	Рафинатор RG. Недостающие данные принять из справочной литературы [5].
9	Диаметр размалывающих дисков – 1000 мм; Частота вращения дисков – 980 мин ⁻¹ ; Рабочий зазор между дисками – 0,12 мм; Ширина поверхности размола дисков – 120 мм; Концентрация массы подаваемой на размол – 3,0%; Вид перерабатываемого материала – древесноволокнистая масса.	Рафинатор RG. Недостающие данные принять из справочной литературы [5].
10	Диаметр размалывающих дисков – 800 мм; Частота вращения дисков – 750 мин ⁻¹ ; Частота вращения винтового вала подающего щепу в размольную камеру – 31 мин ⁻¹ ; Рабочий зазор между дисками – 0,3 мм; Вид перерабатываемого материала – щепы технол.	Дефибратор МД-13А. Недостающие данные принять из справочной литературы [5].
11	Диаметр размалывающих дисков – 800 мм; Частота вращения дисков – 750 мин ⁻¹ ; Частота вращения винтового вала подающего щепу в размольную камеру – 31 мин ⁻¹ ; Рабочий зазор между дисками – 0,2 мм; Вид перерабатываемого материала – щепы технол.	Дефибратор МД-13А. Недостающие данные принять из справочной литературы [5].
12	Диаметр размалывающих дисков – 800 мм; Частота вращения дисков – 750 мин ⁻¹ ; Частота вращения винтового вала подающего щепу в размольную камеру – 31 мин ⁻¹ ; Рабочий зазор между дисками – 0,4 мм; Вид перерабатываемого материала – щепы технологическая.	Дефибратор МД-13А. Недостающие данные принять из справочной литературы [5].
13	Диаметр размалывающих дисков – 800 мм; Частота вращения дисков – 750 мин ⁻¹ ; Частота вращения винтового вала подающего щепу в размольную камеру – 31 мин ⁻¹ ; Рабочий зазор между дисками – 0,5 мм; Вид перерабатываемого материала – щепы технолог.	Дефибратор МД-13А. Недостающие данные принять из справочной литературы [5].

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 3.3	Примечание
1	2	3
14	Диаметр размалывающих дисков – 1000 мм; Частота вращения дисков – 735 мин ⁻¹ ; Частота вращения винтового вала подающего щепу в размольную камеру – 60 мин ⁻¹ ; Рабочий зазор между дисками – 0,25 мм; Вид перерабатываемого материала – щепа технол.	Дефибратор УГР-02. Недостающие данные принять из справочной литературы [5].
15	Диаметр размалывающих дисков – 1000 мм; Частота вращения дисков – 735 мин ⁻¹ ; Частота вращения винтового вала подающего щепу в размольную камеру – 60 мин ⁻¹ ; Рабочий зазор между дисками – 0,35 мм; Вид перерабатываемого материала – щепа технол.	Дефибратор УГР-02. Недостающие данные принять из справочной литературы [5].
16	Диаметр размалывающих дисков – 1000 мм; Частота вращения дисков – 740 мин ⁻¹ ; Частота вращения винтового вала подающего щепу в размольную камеру – 27 мин ⁻¹ ; Рабочий зазор между дисками – 0,7 мм; Вид перерабатываемого материала – щепа технологическая.	Дефибратор RT-50. Недостающие данные принять из справочной литературы [5].
17	Диаметр размалывающих дисков – 1000 мм; Частота вращения дисков – 740 мин ⁻¹ ; Частота вращения винтового вала подающего щепу в размольную камеру – 27 мин ⁻¹ ; Рабочий зазор между дисками – 0,7 мм; Вид перерабатываемого материала – щепа технологическая.	Дефибратор RT-50. Недостающие данные принять из справочной литературы [5].
18	Диаметр размалывающих дисков – 1000 мм; Частота вращения дисков – 740 мин ⁻¹ ; Частота вращения винтового вала подающего щепу в размольную камеру – 48 мин ⁻¹ ; Рабочий зазор между дисками – 1,5 мм; Вид перерабатываемого материала – щепа технологическая.	Дефибратор RT-50. Недостающие данные принять из справочной литературы [5].
19	Диаметр размалывающих дисков – 1000 мм; Частота вращения дисков – 740 мин ⁻¹ ; Частота вращения винтового вала подающего щепу в размольную камеру – 32 мин ⁻¹ ; Рабочий зазор между дисками – 0,9 мм; Вид перерабатываемого материала – щепа технолог.	Дефибратор RT-50. Недостающие данные принять из справочной литературы [5].
20	Диаметр размалывающих дисков – 915 мм; Частота вращения дисков – 1500 мин ⁻¹ ; Частота вращения винтового вала подающего щепу в размольную камеру – 8 мин ⁻¹ ; Рабочий зазор между дисками – 1,9 мм; Вид перерабатываемого материала – щепа технолог.	Дефибратор «Бауэр». Недостающие данные принять из справочной литературы [5].

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 3.3	Примечание
1	2	3
21	Диаметр размалывающих дисков – 915 мм; Частота вращения дисков – 1500 мин ⁻¹ ; Частота вращения винтового вала подающего щепу в размольную камеру – 4 мин ⁻¹ ; Рабочий зазор между дисками – 2,9 мм; Вид перерабатываемого материала – щепа технолог.	Дефибратор «Бауэр». Недостающие данные принять из справочной литературы [5].
22	Диаметр размалывающих дисков – 915 мм; Частота вращения дисков – 1500 мин ⁻¹ ; Частота вращения винтового вала подающего щепу в размольную камеру – 10 мин ⁻¹ ; Рабочий зазор между дисками – 1,5 мм; Вид перерабатываемого материала – щепа технолог.	Дефибратор «Бауэр». Недостающие данные принять из справочной литературы [5].

4. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОСМОЛЕНИЯ СТРУЖКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Осмоление проводят с целью равномерного распределения связующего по поверхности стружки. Эта операция является одной из важнейших в технологическом процессе производства древесно-стружечных плит. Сложность процесса осмоления заключается в том, что на относительно большой поверхности стружки необходимо равномерно распределить сравнительно небольшое количество связующего. При принятых в производстве древесно-стружечных плит нормах расхода связующего, его количество составляет около 4 ... 7 грамм (по сухому веществу) на 1 м^2 поверхности стружки. Неравномерное распределение связующего по поверхности стружки приводит к снижению физико-механических показателей плит и к повышенному расходу связующего.

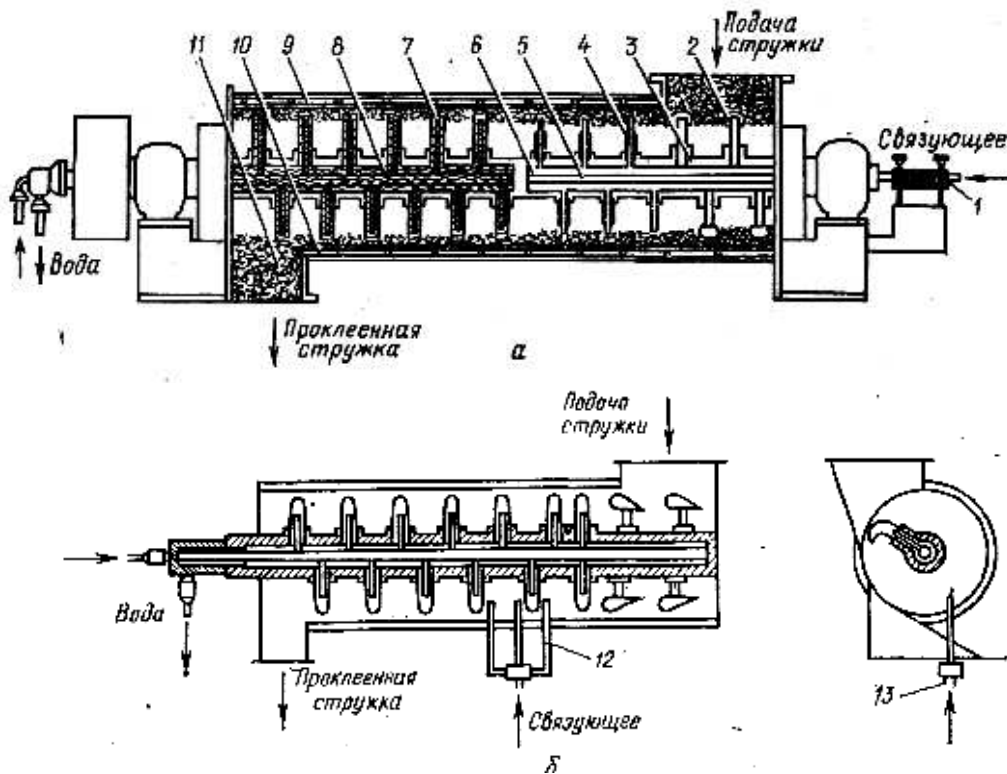


Рис. 4.1. Схемы высокооборотных смесителей для осмоления стружки:
 а – при подаче связующего через полый вал и центробежном его распылении;
 б – при подаче связующего извне по касательной к стружечному кольцу:
 1 – устройство для ввода связующего в полый вал; 2 – захватывающие лопасти;
 3 – полый вал; 4 – насадки (сопла) для распыления связующего; 5 – трубопровод подачи связующего; 6 – полость для прохода связующего; 7 – перемешивающие лопасти;
 8 – полость для прохода холодной воды; 9, 10 – полости рубашек для воды;
 11 – выгрузочное окно; 12 – сопла для подачи связующего; 13 – распределительная головка

Для осмоления стружки применяют высокооборотные смесители с безвоздушным распылением связующего и тихоходные смесители. Частота

вращения главного вала высокооборотных смесителей $700 \dots 1600 \text{ мин}^{-1}$. Частота вращения главного вала тихоходных смесителей $80 \dots 85 \text{ мин}^{-1}$. На рис. 4.1 приведены схемы высокооборотных смесителей, представляющих собой барабан, внутри которого размещается быстровращающийся вал 3 с лопастями и насадками для разбрызгивания связующего. Барабан имеет двойную стенку (рубашку), внутрь которой подается холодная (температура около 12°C) вода для охлаждения. В смесителе, показанном на рис. 4.1, а охлаждаются лопасти левой половины вала, а в смесителе на рис. 4.1, б – все лопасти при подаче воды через полый вал. Внутри барабана на охлаждаемых поверхностях образуется тонкая пленка конденсата, исключая прилипание к ним проклеенной стружки.

Стружка подается в смеситель через загрузочную воронку. Вследствие большой частоты вращения вала захватывающие лопасти 2 находящиеся под загрузочной воронкой, придают древесным частицам кольцеобразное и далее аксиальное направление. Затем движущийся кольцеобразный слой древесных частиц проходит через зону осмоления, где связующее разбрызгивается из сопел (насадок) 4 или 12. Лопатки 7 продолжают перемешивать древесные частицы со связующим. Связующее по клееподводящей трубе 1 (рис. 4.1, а) подается в полый вал смесителя или к распределительной головке 13 (рис. 4.1, б).

ВНИИДрев рекомендует следующие правила настройки и эксплуатации высокооборотных смесителей. Заполнение камеры $50 \dots 65 \%$, угол поворота перемешивающих лопастей от 45° до 0° . Обычно подающие лопасти устанавливаются под углом 45° , а перемешивающие от 30° до 0° . Степень заполнения камеры смешивания регулируется свободно качающейся заслонкой, закрывающей выгрузочное окно.

Использование центробежного метода распыления позволяет получить туманообразную взвесь с размером капель $2 \dots 40 \text{ мкм}$. Наибольшая дисперсность распыления (средний диаметр капель $10 \dots 12 \text{ мкм}$) достигается при диаметре разбрызгивающих сопел $4 \dots 5 \text{ мм}$.

При осмолении древесных частиц в течение $10 \dots 15 \text{ с}$ происходит их измельчение. Это явление не отрицательное при осмолении мелких древесных частиц для наружных слоев плит с мелкоструктурной поверхностью, но оно нежелательно при осмолении стружки для внутреннего слоя.

С увеличением производительности смесителя качество осмоления улучшается. Это объясняется повышением эффекта перемазывания с повышением заполнения смесителей камеры. При этом обеспечивается более равномерное распределение связующего по поверхности стружки.

Тихоходные смесители используются в производстве древесно-стружечных плит из крупноразмерной стружки. Это обусловлено тем, что в тихоходных смесителях практически не происходит измельчение стружки в процессе осмоления.

Смесители этого типа представляют собой горизонтальный барабан с вращающимся внутри него лопастным валом (4.2). В верхней части барабана по его образующей установлены форсунки для распыления связующего в виде конусообразных факелов. Лопастьми вала стружка постоянно продвигается вдоль барабана и, пройдя под всеми распылительными форсунками, выбрасывается из смесителя. Осмоление стружки происходит в верхней части барабана во время прохода частиц через поток распыленного связующего. При этом стружка лопастьми поднимается на такую высоту, чтобы расстояние между наивысшей из траекторий стружек и отверстием форсунки было 15 ... 20 см. Это расстояние считается оптимальным для образования распылительного конуса. Для меньшего разброса стружек в смесителе установлены отражательные экраны. Прошедшая через поток связующего стружка попадает на дно барабана, где перемешивается с остальными стружками.

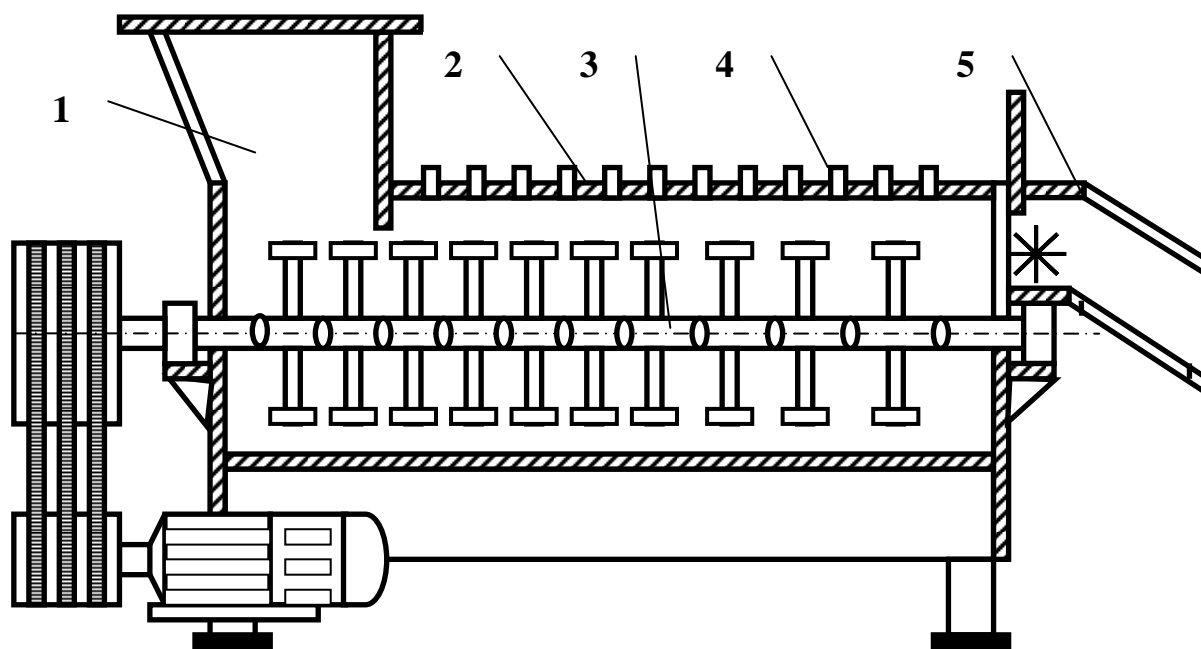


Рис. 4.2. Схема тихоходного смесителя:
1 – загрузочная воронка; 2 – корпус смесителя; 3 – лопастной вал;
4 – форсунка; 5 – разгрузочная воронка

В этих смесителях связующее распределяется на стружках неравномерно. Воздух, поступающий в смеситель, при распылении связующего пневматическими форсунками необходимо удалять из смесителя через разгрузочное отверстие или вытяжную шахту. При этом часть связующего в виде тумана, образующегося при распылении, выходит вместе с воздухом и теряется. Стружка разных фракций осмоляется неравномерно. Производительность тихоходных смесителей относительно низкая (до 400 кг/ч осмоленной стружки на 1 м³ объема барабана), а энергозатраты при этом высокие (до 10 кВт на 1 т осмоленной стружки).

4.1. ВЫСОКООБОРОТНЫЕ СМЕСИТЕЛИ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Мощность привода смесителя.

В основу расчета мощности привода смесителя положена методика, принятая для механизмов с постоянной продолжительной нагрузкой. Расчетная формула мощности (кВт) имеет вид

$$N = P \cdot v / 1000 \quad (4.1)$$

где P – сопротивление перемещению древесных частиц, Н;

v – окружная скорость вращения лопастей смесителя, м/с.

Рассмотрим наиболее тяжелый момент движения лопасти в стружечно-клеевой смеси. Этот момент соответствует, вероятно, моменту входу лопасти в смесь и дальнейшему движению (рис. 4.3). Рассмотрим схему действия сил на древесную частицу, находящуюся на лопасти смесителя на расстоянии R_x от центра вращения лопасти.

Сила тяжести частиц

$$G = m \cdot g, \quad (4.2)$$

где m - масса древесной частицы, кг;

g - ускорение свободного падения, м/с².

Центробежная сила

$$F = G \cdot v_x^2 / g \cdot R_x, \quad (4.3)$$

где v_x – окружная скорость частицы в т.м., м/с.

Силу тяжести разложим на составляющие:

$$G_1 = G \cdot \sin \alpha \quad \text{и} \quad G_2 = G \cdot \cos \alpha, \quad (4.4)$$

кроме того, возникают силы:

P_1 – сила трения частицы о стенки барабана, $P_1 = (G_1 + F) f$;

$P_2, P_3 \dots$ сила трения частицы о лопасть смесителя,

$P_2 = P_1 \cdot f = [(G_1 + F) \cdot f] \cdot f$ и $P_3 = G_2 \cdot f = G \cdot f \cdot \cos \alpha$,

где f - коэффициент трения древесной частицы по металлу.

Тогда общая сумма сопротивления движению:

$$P = P_1 + P_2 - G_2 - P_3 \quad (4.5)$$

После подстановки значений и преобразований получим:

$$P = G \cdot \left(\frac{v_x^2}{g \cdot R_x} \cdot f + f \cdot \sin \alpha - \cos \alpha \right) \cdot (1 + f) \quad (4.6)$$

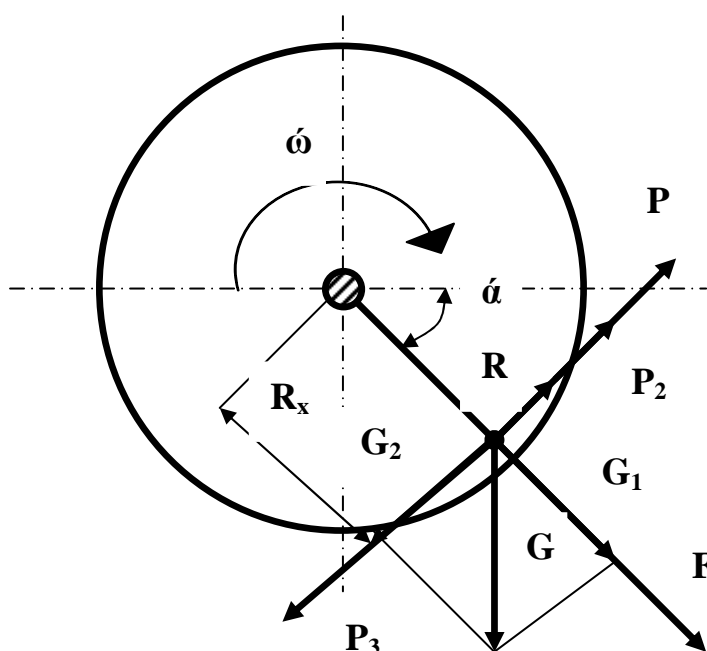


Рис. 4.3. Схема к определению мощности привода смесителя.

Максимального значения сила P достигает в точке, когда $\alpha = 90^\circ$, тогда

$$P = G \cdot \left(1 + \frac{v_x^2}{g \cdot R_x}\right) \cdot (1 + f) \cdot f \quad (4.7)$$

Подставим значение P и F в уравнение мощности и получим

$$N = \frac{m \cdot g \cdot v \cdot f}{10^2} \cdot \left(1 + \frac{v_x^2}{g \cdot R_x}\right) \cdot (1 + f), \quad (4.8)$$

считая, что $v_x = v = \pi \cdot R_\delta \cdot n / 30$, где R_δ – радиус барабана (примерно равный радиусу лопасти), м; n – частота вращения лопасти, мин^{-1} , получим

$$N = \frac{m \cdot g \cdot \pi \cdot R_\delta \cdot n}{10^2 \cdot 30} \cdot \left(1 + \frac{\pi^2 \cdot R_\delta^2 \cdot n^2}{900 \cdot g \cdot R_\delta}\right) \cdot (1 + f) \quad (4.9)$$

Общая масса ($\sum m$) древесных частиц, находящихся в барабане, определится из уравнения $\sum m = v_\delta \cdot \rho_H \cdot K_c \cdot K_3$, где v_δ – рабочий объем барабана смесителя, м^3 ; ρ_H – насыпная плотность древесных частиц, $\text{кг}/\text{м}^3$; K_c – коэффициент, учитывающий содержание в смеси связующего; K_3 – коэффициент заполнения барабана.

Тогда $\sum m = \pi \cdot R_\delta^2 \cdot L_\delta \cdot \rho_H \cdot K_c \cdot K_3$, где L_δ – рабочая длина барабана смесителя, м.

$$N = \frac{R_{\text{б}}^3 \cdot L_{\text{б}} \cdot \rho_{\text{Н}} \cdot f \cdot n \cdot K_{\text{с}} \cdot K_{\text{з}}}{3100} \cdot \left(1 + \frac{R_{\text{б}} \cdot n^2}{900}\right) \cdot (1 + f) \quad (4.10)$$

Радиус барабана $R_{\text{б}}$, длину барабана $L_{\text{б}}$, частоту вращения вала n можно определить из технической характеристики смесителя. Насыпная плотность $\rho_{\text{Н}}$ определяется опытным путем, но с известной долей приближения ее можно принять в пределах 100 ... 120 кг/м³. При концентрации связующего 50% коэффициент $K_{\text{с}}$ можно принять равным 1,18 для внутреннего и 1,26 – для наружных слоев. Коэффициент трения f берется по справочным данным из таблицы в Приложении. Коэффициент $K_{\text{з}}$ берется в пределах 0,15 ... 0,3.

Для определения мощности привода смесителя нужно ввести коэффициент полезного действия η , учитывающий потери мощности в механических передачах и подшипниках, тогда

$$N_{\text{дв}} = N/\eta \quad (4.11)$$

Расчет оптимальной частоты вращения вала смесителя.

Теоретическое значение скорости вращения лопастей можно определить, рассматривая схему сил, действующих на древесную частицу, находящуюся на лопасти смесителя. Рассмотрим схему действия сил, когда лопасть находится в положении, показанном на рис. 4.4.

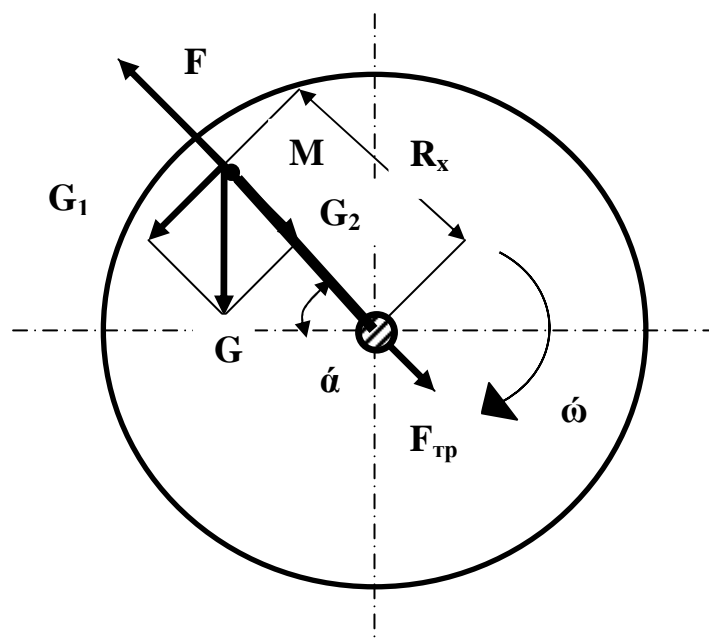


Рис. 4.4. Расчетная схема смесителя

В этот момент времени на нее действует сила, не позволяющая частице упасть с лопасти, так как все частицы должны двигаться в кольцеобразном потоке с определенной скоростью.

На частицу M действуют следующие силы:

G – сила тяжести,

$$G = m \cdot g \quad (4.12)$$

F – центробежная сила,

$$F = G \cdot \frac{v_x^2}{g} \cdot R_x \quad (4.13)$$

Разложим силу G на составляющие:

$$G_1 = G \cdot \cos \alpha \quad \text{и} \quad G_2 = G \cdot \sin \alpha \quad (4.14)$$

Сила трения

$$F_{\text{тр}} = G_1 \cdot f = G \cdot f \cdot \cos \alpha \quad (4.15)$$

Тогда

$$F = G_2 + F_{\text{тр}} = G \cdot \sin \alpha + G \cdot f \cdot \cos \alpha = G \cdot (\sin \alpha + f \cdot \cos \alpha) \quad (4.16)$$

или $G \cdot v_x^2 / g \cdot R_x \geq G \cdot (\sin \alpha + f \cdot \cos \alpha)$, чтобы частицы не падали под действием силы тяжести. Принимая для упрощения $v = v_x$, $R_\delta = R_x$, получим

$$v \geq \sqrt{g \cdot R_\delta \cdot (\sin \alpha + f \cdot \cos \alpha)} \quad (4.17)$$

В экстремальном положении $\alpha = 90^\circ$, тогда $\sin 90^\circ = \cos \alpha = 0$ и

$$v \geq \sqrt{g \cdot R_\delta} \quad (4.18)$$

С другой стороны, $v = \pi \cdot R_\delta \cdot R / 30$, откуда

$$n = 30 / \sqrt{R_\delta} \quad (4.19)$$

Пример расчета быстроходного смесителя.

При работе смесителя лопасти захватывают древесные частицы массой m_1 и сообщают им кинетическую энергию T_1 (рис. 4.5):

$$T_1 = 0,5 I_1 \omega_1^2 = 0,5 m_1 r_1^2 \omega_1^2 z, \quad (4.20)$$

где I – момент инерции относительно оси вращения;

ω_1 – угловая скорость вращения, с^{-1} ; $\omega_1 = \pi n / 30$;

m_1 – масса частиц, кг;

r_1 – радиус лопастей, м;

z – количество лопастей, шт.

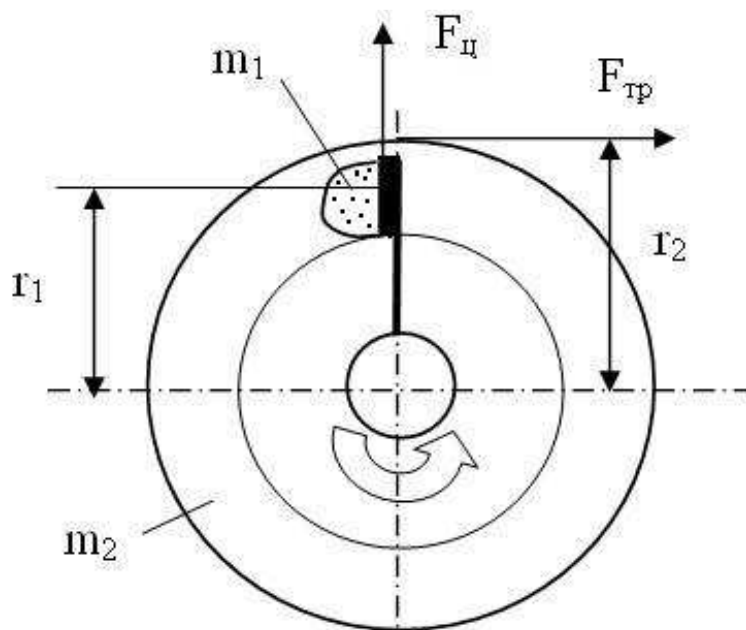


Рис. 4.5. Схема к выполнению примера расчета быстроходного смесителя

Кинетическая энергия T_1 расходуется на сообщение стружечному кольцу массой m_2 , кг, кинетической энергии T_2 и на преодоление работы трения стружек о стенки корпуса $T_{тр}$:

$$T_1 = T_2 + T_{тр}, \quad (4.21)$$

$$T_2 = 0,5m_2r_2^2\omega_2^2, \quad (4.22)$$

$$T_{тр} = \pi Dm_2\omega_2^2r_2\mu, \quad (4.23)$$

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 (4.21) относительно ω_2 , получим:

$$\omega_2 = \frac{r_1\omega_1}{r_2} \sqrt{\frac{m_1z}{m_2(1+4\pi\mu)}}. \quad (4.24)$$

Осевая скорость движения стружечного кольца $V_{ос}$, м/с:

$$V_{oc} = 0,5V \sin 2\alpha, \quad (4.25)$$

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:

$$\Pi = 3600m_2V_{oc}. \quad (4.26)$$

Мощность на лопастном валу P , кВт:

$$P = \frac{r_1^2 \omega_1^3}{2000} (m_{1;1}z_1 + m_{1;2}z_2 + m_{1;3}z_3), \quad (4.27)$$

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 лопастного 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 лопастного вала $n = 1500$ мин⁻¹.

Решение. Объем смесительного барабана, м³:

$$U = \frac{\pi L}{4} (D^2 - \phi d^2), \quad (4.28)$$

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:

$$U_{см} = kU, \quad (4.29)$$

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:

$$D_{\text{вн}} = \sqrt{D^2 - \frac{4U_{\text{см}}}{\pi L}}. \quad (4.30)$$

$$D_{\text{вн}} = \sqrt{0,3^2 - \frac{4 \cdot 0,043}{3,14 \cdot 1,25}} = 0,215 \text{ м}.$$

Толщина стружечного кольца $h_{\text{ск}}$, м:

$$h_{\text{ск}} = (D - D_{\text{вн}}) / 2. \quad (4.31)$$

$$h_{\text{ск}} = (0,3 - 0,215) / 2 = 0,043 \text{ м}.$$

Принимаем, что все лопасти отступают от стенок барабана на 5 мм. Находим величину погружения лопастей в стружечное кольцо l , мм:

$$l = (D_{\text{л}} - D_{\text{вн}}) / 2, \quad (4.32)$$

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:

$$V_{\text{л}} = \frac{2\pi r_1 n}{60000}. \quad (4.33)$$

$$V_{\text{л}} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 120 \cdot 1500}{60000} = 18,84 \text{ м/с}.$$

Угловая скорость вращения лопастного вала $\omega_1, \text{с}^{-1}$:

$$\omega_1 = \frac{3,14 \cdot 1500}{30} = 157 \text{с}^{-1}.$$

Принимаем, что лопасть захватывает столбик древесных частиц высотой, равной ее наименьшей стороне. Находим массу древесных частиц, захватываемых лопастью, $m_1, \text{кг}$:

$$m_1 = abc\rho \cos \alpha, \quad (4.34)$$

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 $m_2, \text{кг}$:

$$m_2 = U_{\text{см}} \rho. \quad (4.35)$$

$$m_2 = 0,043 \cdot 180 = 7,74 \text{кг}.$$

Угловая скорость вращения стружечного кольца:

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:

$$V = \omega_2 (D + D_{\text{вн}}) / 2. \quad (4.36)$$

Для первой зоны: $V_1 = 8,37(0,3 + 0,215) / 2 = 2,16$ м/с;

для второй зоны: $V_2 = 6,36(0,3 + 0,215) / 2 = 1,64$ м/с;

для третьей зоны: $V_3 = 14,85(0,3 + 0,215) / 2 = 3,82$ м/с.

Критическая окружная скорость вращения стружечного кольца $V_{\text{кр}}$, м/с:

$$V_{\text{кр}} = \sqrt{gr_{\text{ср}}} \quad (4.37)$$

$$V_{\text{кр}} = \sqrt{9,81 \cdot (0,3 + 0,215) / 2} = 1,59 \text{ м/с.}$$

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: $V_{\text{ос}} = 0,5V_3 \sin 2\alpha = 0,5 \cdot 3,82 \sin(2 \cdot 5) = 0,33$ м/с.

Производительность смесителя при открытой заслонке на разгрузочном патрубке по формуле:

$$\Pi = 3600m_2V_{\text{ос}} = 3600 \cdot 7,74 \cdot 0,33 = 9195 \text{ кг/ч.}$$

При открытой заслонке древесные частицы находятся в барабане 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 $\Pi = 9195/4 = 2299$ кг/ч.

Мощность на валу лопастного вала:

$$\begin{aligned} P &= \frac{r_1^2 \omega_1^3}{2000} (m_{1,1} z_1 + m_{1,2} z_2 + m_{1,3} z_3) = \\ &= \frac{0,12^2 \cdot 157^3}{2000} (0,04 \cdot 4 + 0,0077 \cdot 12 + 0,036 \cdot 14) = 21,1 \text{ кВт.} \end{aligned}$$

ЗАДАНИЕ № 4.1

Определить производительность быстроходного смесителя и мощность на приводном валу при следующих исходных данных

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 4.1	Примечание
1	2	3
1	<p>Внутренний диаметр смесительного барабана – 500 мм; Длина барабана – 2000 мм; Наружный диаметр лопастного вала – 96 мм; Количество лопастей – 34 шт, в том числе: в зоне загрузки $z_1 = 4$; в зоне распыления связующего $z_2 = 20$; в зоне перемешивания и выгрузки $z_3 = 10$. Размеры лопастей, мм: загрузочных – 100×50; в зоне распыления связующего – 30×50; перемешивающих – 80×50. Угол поворота лопастей относительно оси вала: в первой зоне – 30°; во второй зоне – 10°; в третьей зоне до 10°. Частота вращения лопастного вала $n = 770 \text{ мин}^{-1}$.</p>	<p>Смеситель быстроходный. Схема представлена на рис. 4.1 а. Подача связующего через полый вал и центробежное его распыление.</p>
2	<p>Внутренний диаметр смесительного барабана – 500 мм; Длина барабана – 2000 мм; Наружный диаметр лопастного вала – 96 мм; Количество лопастей – 34 шт, в том числе: в зоне загрузки $z_1 = 4$; в зоне распыления связующего $z_2 = 20$; в зоне перемешивания и выгрузки $z_3 = 10$. Размеры лопастей, мм: загрузочных – 100×50; в зоне распыления связующего – 30×50; перемешивающих – 80×50. Угол поворота лопастей относительно оси вала: в первой зоне – 20°; во второй зоне – 10°; в третьей зоне – 0°...10°. Частота вращения лопастного вала $n = 980 \text{ мин}^{-1}$.</p>	<p>Смеситель быстроходный. Схема представлена на рис. 4.1 а. Подача связующего через полый вал и центробежное его распыление.</p>
3	<p>Внутренний диаметр смесительного барабана – 500 мм; Длина барабана – 2000 мм; Наружный диаметр лопастного вала – 96 мм; Количество лопастей – 34 шт, в том числе: – в зоне загрузки $z_1 = 4$; – в зоне распыления связующего $z_2 = 20$; – в зоне перемешивания и выгрузки $z_3 = 10$. 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°; – во второй зоне – 10°; – в третьей зоне – 0°...10°. Частота вращения лопастного вала $n = 1220 \text{ мин}^{-1}$.</p>	<p>Смеситель быстроходный. Схема представлена на рис. 4.1 а. Подача связующего через полый вал и центробежное его распыление.</p>

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 4.1	Примечание
1	2	3
4	<p>Внутренний диаметр смесительного барабана – 600 мм; Длина барабана – 2500 мм; Наружный диаметр лопастного вала – 98 мм; Количество лопастей – 36 шт, в том числе: в зоне загрузки $z_1 = 4$; в зоне распыления связующего $z_2 = 12$; в зоне перемешивания и выгрузки $z_3 = 20$. Размеры лопастей, мм: загрузочных – 70×50; в зоне распыления связующего – 40×50; перемешивающих – 80×50. Угол поворота лопастей относительно оси вала: в первой зоне – 20°; во второй зоне – 10°; в третьей зоне до 10°. Частота вращения лопастного вала $n = 875 \text{ мин}^{-1}$.</p>	<p>Смеситель быстроходный. Схема представлена на рис. 4.1 б. Подача связующего извне по касательной к стружечному кольцу.</p>
5	<p>Внутренний диаметр смесительного барабана – 900 мм; Длина барабана – 2500 мм; Наружный диаметр лопастного вала – 94 мм; Количество лопастей – 32 шт, в том числе: в зоне загрузки $z_1 = 4$; в зоне распыления связующего $z_2 = 10$; в зоне перемешивания и выгрузки $z_3 = 18$. Размеры лопастей, мм: загрузочных – 70×50; в зоне распыления связующего – 40×50; перемешивающих – 80×50. Угол поворота лопастей относительно оси вала: в первой зоне – 30°; во второй зоне – 10°; в третьей зоне до 10°. Частота вращения лопастного вала $n = 875 \text{ мин}^{-1}$.</p>	<p>Смеситель быстроходный. Схема представлена на рис. 4.1 б. Подача связующего извне по касательной к стружечному кольцу.</p>
6	<p>Внутренний диаметр смесительного барабана – 400 мм; Длина барабана – 2000 мм; Наружный диаметр лопастного вала – 90 мм; Количество лопастей – 30 шт, в том числе: в зоне загрузки $z_1 = 4$; в зоне распыления связующего $z_2 = 8$; в зоне перемешивания и выгрузки $z_3 = 18$. Размеры лопастей, мм: загрузочных – 90×50; в зоне распыления связующего – 50×50; перемешивающих – 80×50. Угол поворота лопастей относительно оси вала: в первой зоне – 40°; во второй зоне – 12°; в третьей зоне до 10°. Частота вращения лопастного вала $n = 980 \text{ мин}^{-1}$.</p>	<p>Смеситель быстроходный. Схема представлена на рис. 4.1 б. Подача связующего извне по касательной к стружечному кольцу.</p>
7	<p>Внутренний диаметр смесительного барабана – 400 мм; Длина барабана – 1800 мм; Наружный диаметр лопастного вала – 87 мм; Количество лопастей – 32 шт, в том числе: в зоне загрузки $z_1 = 4$; в зоне распыления связующего $z_2 = 8$; в зоне перемешивания и выгрузки $z_3 = 20$. Размеры лопастей, мм: загрузочных – 70×50; в зоне распыления связующего – 40×50; перемешивающих – 60×50. Угол поворота лопастей относительно оси вала: в первой зоне – 40°; во второй зоне – 12°; в третьей зоне до 10°. Частота вращения лопастного вала $n = 1000 \text{ мин}^{-1}$.</p>	<p>Смеситель быстроходный. Схема представлена на рис. 4.1 б. Подача связующего извне по касательной к стружечному кольцу.</p>

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 4.1	Примечание
1	2	3
8	<p>Внутренний диаметр смесительного барабана – 400 мм; Длина барабана – 2000 мм; Наружный диаметр лопастного вала – 90 мм; Количество лопастей – 27 шт, в том числе: в зоне загрузки $z_1 = 4$; в зоне распыления связующего $z_2 = 11$; в зоне перемешивания и выгрузки $z_3 = 12$. Размеры лопастей, мм: загрузочных – 70×50; в зоне распыления связующего – 60×50; перемешивающих – 60×50. Угол поворота лопастей относительно оси вала: в первой зоне – 20°; во второй зоне – 10°; в третьей зоне до 10°. Частота вращения лопастного вала $n = 980 \text{ мин}^{-1}$.</p>	<p>Смеситель быстрогоходный. Схема представлена на рис. 4.1 а. Подача связующего через полый вал и центробежное его распыление.</p>
9	<p>Внутренний диаметр смесительного барабана – 570 мм; Длина барабана – 2350 мм; Наружный диаметр лопастного вала – 96 мм; Количество лопастей – 34 шт, в том числе: в зоне загрузки $z_1 = 4$; в зоне распыления связующего $z_2 = 12$; в зоне перемешивания и выгрузки $z_3 = 18$. Размеры лопастей, мм: загрузочных – 90×50; в зоне распыления связующего – 60×50; перемешивающих – 70×50. Угол поворота лопастей относительно оси вала: в первой зоне – 30°; во второй зоне – 10°; в третьей зоне до 10°. Частота вращения лопастного вала $n = 1000 \text{ мин}^{-1}$.</p>	<p>Смеситель быстрогоходный. Схема представлена на рис. 4.1 б. Подача связующего извне по касательной к стружечному кольцу.</p>
10	<p>Внутренний диаметр смесительного барабана – 750 мм; Длина барабана – 3200 мм; Наружный диаметр лопастного вала – 94 мм; Количество лопастей – 38 шт, в том числе: в зоне загрузки $z_1 = 4$; в зоне распыления связующего $z_2 = 18$; в зоне перемешивания и выгрузки $z_3 = 20$. Размеры лопастей, мм: загрузочных – 80×50; в зоне распыления связующего – 60×50; перемешивающих – 70×50. Угол поворота лопастей относительно оси вала: в первой зоне – 30°; во второй зоне – 10°; в третьей зоне до 10°. Частота вращения лопастного вала $n = 870 \text{ мин}^{-1}$.</p>	<p>Смеситель быстрогоходный. Схема представлена на рис. 4.1 б. Подача связующего извне по касательной к стружечному кольцу.</p>
11	<p>Внутренний диаметр смесительного барабана – 600 мм; Длина барабана – 2500 мм; Наружный диаметр лопастного вала – 92 мм; Количество лопастей – 32 шт, в том числе: в зоне загрузки $z_1 = 4$; в зоне распыления связующего $z_2 = 10$; в зоне перемешивания и выгрузки $z_3 = 18$. Размеры лопастей, мм: загрузочных – 90×50; в зоне распыления связующего – 80×50; перемешивающих – 70×50. Угол поворота лопастей относительно оси вала: в первой зоне – 30°; во второй зоне – 12°; в третьей зоне до 10°. Частота вращения лопастного вала $n = 840 \text{ мин}^{-1}$.</p>	<p>Смеситель быстрогоходный. Схема представлена на рис. 4.1 а. Подача связующего через полый вал и центробежное его распыление.</p>

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 4.1	Примечание
1	2	3
12	<p>Внутренний диаметр смесительного барабана – 470 мм; Длина барабана – 2000 мм; Наружный диаметр лопастного вала – 80 мм; Количество лопастей – 24 шт, в том числе: в зоне загрузки $z_1 = 4$; в зоне распыления связующего $z_2 = 8$; в зоне перемешивания и выгрузки $z_3 = 12$. Размеры лопастей, мм: загрузочных – 80×50; в зоне распыления связующего – 50×50; перемешивающих – 70×50. Угол поворота лопастей относительно оси вала: в первой зоне – 20°; во второй зоне – 10°; в третьей зоне до 10°. Частота вращения лопастного вала $n = 1000 \text{ мин}^{-1}$.</p>	<p>Смеситель быстроходный. Схема представлена на рис. 4.1 б. Подача связующего извне по касательной к стружечному кольцу.</p>
13	<p>Внутренний диаметр смесительного барабана – 400 мм; Длина барабана – 2000 мм; Наружный диаметр лопастного вала – 80 мм; Количество лопастей – 24 шт, в том числе: в зоне загрузки $z_1 = 4$; в зоне распыления связующего $z_2 = 8$; в зоне перемешивания и выгрузки $z_3 = 12$. Размеры лопастей, мм: загрузочных – 70×50; в зоне распыления связующего – 50×50; перемешивающих – 60×50. Угол поворота лопастей относительно оси вала: в первой зоне – 30°; во второй зоне – 12°; в третьей зоне до 10°. Частота вращения лопастного вала $n = 1000 \text{ мин}^{-1}$.</p>	<p>Смеситель быстроходный. Схема представлена на рис. 4.1 а. Подача связующего через полый вал и центробежное его распыление.</p>
14	<p>Внутренний диаметр смесительного барабана – 570 мм; Длина барабана – 2350 мм; Наружный диаметр лопастного вала – 94 мм; Количество лопастей – 27 шт, в том числе: в зоне загрузки $z_1 = 4$; в зоне распыления связующего $z_2 = 11$; в зоне перемешивания и выгрузки $z_3 = 12$. Размеры лопастей, мм: загрузочных – 80×50; в зоне распыления связующего – 60×50; перемешивающих – 70×50. Угол поворота лопастей относительно оси вала: в первой зоне – 45°; во второй зоне – 10°; в третьей зоне до 10°. Частота вращения лопастного вала $n = 980 \text{ мин}^{-1}$.</p>	<p>Смеситель быстроходный. Схема представлена на рис. 4.1 а. Подача связующего через полый вал и центробежное его распыление.</p>
15	<p>Внутренний диаметр смесительного барабана – 900 мм; Длина барабана – 2500 мм; Наружный диаметр лопастного вала – 96 мм; Количество лопастей – 32 шт, в том числе: в зоне загрузки $z_1 = 4$; в зоне распыления связующего $z_2 = 12$; в зоне перемешивания и выгрузки $z_3 = 16$. Размеры лопастей, мм: загрузочных – 70×50; в зоне распыления связующего – 60×50; перемешивающих – 80×50. Угол поворота лопастей относительно оси вала: в первой зоне – 30°; во второй зоне – 10°; в третьей зоне до 10°. Частота вращения лопастного вала $n = 980 \text{ мин}^{-1}$.</p>	<p>Смеситель быстроходный. Схема представлена на рис. 4.1 б. Подача связующего извне по касательной к стружечному кольцу.</p>

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 4.1	Примечание
1	2	3
16	<p>Внутренний диаметр смесительного барабана – 600 мм; Длина барабана – 2000 мм; Наружный диаметр лопастного вала – 92 мм; Количество лопастей – 32 шт, в том числе: в зоне загрузки $z_1 = 4$; в зоне распыления связующего $z_2 = 12$; в зоне перемешивания и выгрузки $z_3 = 16$. Размеры лопастей, мм: загрузочных – 90×50; в зоне распыления связующего – 40×50; перемешивающих – 70×50. Угол поворота лопастей относительно оси вала: в первой зоне – 20°; во второй зоне – 10°; в третьей зоне до 10°. Частота вращения лопастного вала $n = 750 \text{ мин}^{-1}$.</p>	<p>Смеситель быстроходный. Схема представлена на рис. 4.1 а. Подача связующего через полый вал и центробежное его распыление.</p>
17	<p>Внутренний диаметр смесительного барабана – 600 мм; Длина барабана – 2500 мм; Наружный диаметр лопастного вала – 96 мм; Количество лопастей – 34 шт, в том числе: в зоне загрузки $z_1 = 4$; в зоне распыления связующего $z_2 = 10$; в зоне перемешивания и выгрузки $z_3 = 20$. Размеры лопастей, мм: загрузочных – 80×50; в зоне распыления связующего – 50×50; перемешивающих – 70×50. Угол поворота лопастей относительно оси вала: в первой зоне – 30°; во второй зоне – 10°; в третьей зоне до 10°. Частота вращения лопастного вала $n = 980 \text{ мин}^{-1}$.</p>	<p>Смеситель быстроходный. Схема представлена на рис. 4.1 а. Подача связующего через полый вал и центробежное его распыление.</p>
18	<p>Внутренний диаметр смесительного барабана – 400 мм; Длина барабана – 2000 мм; Наружный диаметр лопастного вала – 80 мм; Количество лопастей – 23 шт, в том числе: в зоне загрузки $z_1 = 4$; в зоне распыления связующего $z_2 = 8$; в зоне перемешивания и выгрузки $z_3 = 11$. Размеры лопастей, мм: загрузочных – 70×50; в зоне распыления связующего – 40×50; перемешивающих – 70×50. Угол поворота лопастей относительно оси вала: в первой зоне – 45°; во второй зоне – 12°; в третьей зоне до 10°. Частота вращения лопастного вала $n = 840 \text{ мин}^{-1}$.</p>	<p>Смеситель быстроходный. Схема представлена на рис. 4.1 б. Подача связующего извне по касательной к стружечному кольцу.</p>
19	<p>Внутренний диаметр смесительного барабана – 900 мм; Длина барабана – 2500 мм; Наружный диаметр лопастного вала – 96 мм; Количество лопастей – 34 шт, в том числе: в зоне загрузки $z_1 = 4$; в зоне распыления связующего $z_2 = 10$; в зоне перемешивания и выгрузки $z_3 = 20$. Размеры лопастей, мм: загрузочных – 90×50; в зоне распыления связующего – 60×50; перемешивающих – 70×50. Угол поворота лопастей относительно оси вала: в первой зоне – 30°; во второй зоне – 10°; в третьей зоне до 10°. Частота вращения лопастного вала $n = 750 \text{ мин}^{-1}$.</p>	<p>Смеситель быстроходный. Схема представлена на рис. 4.1 б. Подача связующего извне по касательной к стружечному кольцу.</p>

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 4.1	Примечание
1	2	3
20	<p>Внутренний диаметр смесительного барабана – 500 мм; Длина барабана – 2000 мм; Наружный диаметр лопастного вала – 94 мм; Количество лопастей – 34 шт, в том числе: в зоне загрузки $z_1 = 4$; в зоне распыления связующего $z_2 = 14$; 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°; во второй зоне – 14°; в третьей зоне до 10°. Частота вращения лопастного вала $n = 1220 \text{ мин}^{-1}$.</p>	<p>Смеситель быстроходный. Схема представлена на рис. 4.1 а. Подача связующего через полый вал и центробежное его распыление.</p>
21	<p>Внутренний диаметр смесительного барабана – 800 мм; Длина барабана – 2500 мм; Наружный диаметр лопастного вала – 98 мм; Количество лопастей – 36 шт, в том числе: в зоне загрузки $z_1 = 4$; в зоне распыления связующего $z_2 = 10$; в зоне перемешивания и выгрузки $z_3 = 22$. Размеры лопастей, мм: загрузочных – 100×50; в зоне распыления связующего – 60×50; перемешивающих – 80×50. Угол поворота лопастей относительно оси вала: в первой зоне – 30°; во второй зоне – 12°; в третьей зоне до 10°. Частота вращения лопастного вала $n = 875 \text{ мин}^{-1}$.</p>	<p>Смеситель быстроходный. Схема представлена на рис. 4.1 б. Подача связующего извне по касательной к стружечному кольцу.</p>
22	<p>Внутренний диаметр смесительного барабана – 400 мм; Длина барабана – 2000 мм; Наружный диаметр лопастного вала – 80 мм; Количество лопастей – 24 шт, в том числе: в зоне загрузки $z_1 = 4$; в зоне распыления связующего $z_2 = 10$; в зоне перемешивания и выгрузки $z_3 = 10$. Размеры лопастей, мм: загрузочных – 60×50; в зоне распыления связующего – 50×50; перемешивающих – 70×50. Угол поворота лопастей относительно оси вала: в первой зоне – 20°; во второй зоне – 10°; в третьей зоне до 10°. Частота вращения лопастного вала $n = 750 \text{ мин}^{-1}$.</p>	<p>Смеситель быстроходный. Схема представлена на рис. 4.1 а. Подача связующего через полый вал и центробежное его распыление.</p>

5. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Прессы, применяемые для изготовления и облицовывания плитных материалов, можно классифицировать по назначению (прессы для производства древесно-стружечных или древесноволокнистых плит, прессы для облицовывания плит и др.), по принципу действия (периодического и непрерывного действия), по степени автоматизации (прессы с полуавтоматическим и автоматическим управлением), по типу привода (прессы с гидравлическим и механическим приводом). Прессы с гидравлическим приводом в свою очередь можно классифицировать по конструкции (рамные, колонные), по расположению рабочих гидроцилиндров (с верхним или нижним расположением), по количеству плит пресса (одноэтажные, двухэтажные и многоэтажные).

Одноэтажные прессы могут быть без нагрева плит, т.е. холодные. В этом случае они служат для предварительной подпрессовки стружечного или волокнистого пакета или ковра. Прессы с обогреваемыми плитами используются для изготовления плит и их облицовывания, при этом реализуется периодический процесс прессования. По такой же схеме работают многоэтажные прессы с обогреваемыми плитами.

Прессы непрерывного действия – валковые, гусеничные, ленточно-валковые, каландровые и экструзионные. Большинство непрерывных прессов имеют механический привод и могут использоваться как для горячего прессования, так и для подпрессовки ковра. Непрерывные прессы (валковые и ленточно-валковые) широко используются в составе линий по облицовыванию древесных плит.

Подпрессовка стружечного или волокнистого ковра или брикета выполняется с целью повышения плотности и как следствие повышается его транспортная прочность. Предварительная подпрессовка позволяет за счет уменьшения толщины ковра или брикета уменьшить расстояние между плитами горячего пресса.

В производстве ДСтП начальная плотность сформированного ковра составляет всего 60 ... 65 кг/м³. В результате холодной подпрессовки его толщина уменьшается в 2 ... 3 раза, а плотность повышается до 200 ... 400 кг/м³.

Прессовые установки, используемые для предварительной подпрессовки бывают позиционные, шагающие и проходные. В отечественных линиях при подпрессовке стружечного ковра на поддонах применяются прессы позиционного действия, при бесподдонной технологии – шагающие.

В составе главных конвейеров ДК-1(М, А) для подпрессовки стружечных пакетов используют одноэтажный (позиционный) гидравлический пресс ПР-5(М) (рис. 5.1) с верхней подвижной плитой и верхним расположением цилиндров. Снизу, к верхней плите пресса свободно подвешивается перфорированный поддон, облицованный фторопластом, который пре-

дупреждает выдувание стружки с поверхности пакета в период опускания верхней плиты на пакет.

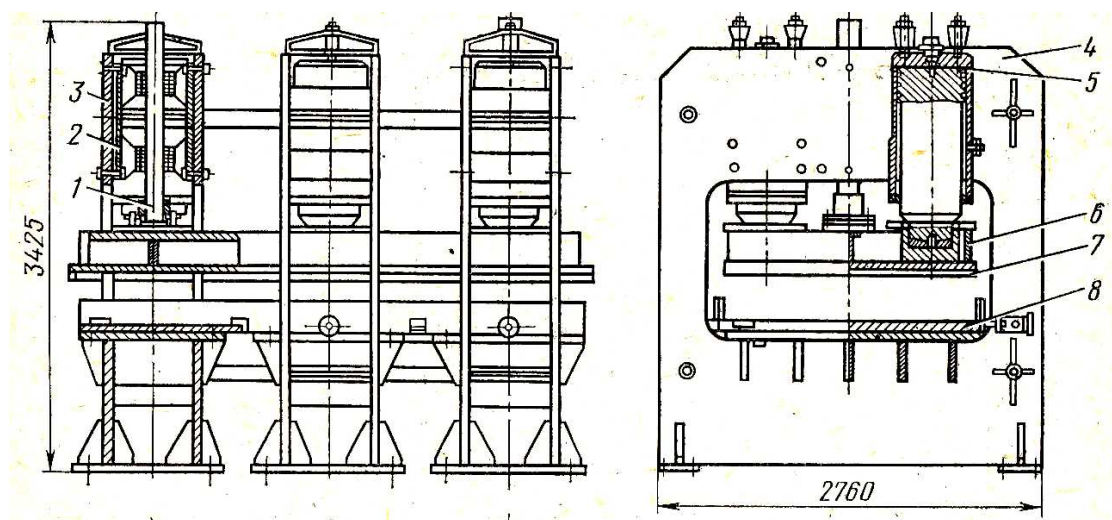


Рис. 5.1. Одноэтажный пресс ПР-5 (М) для подпрессовки пакетов:
 1 - направляющий стержень; 2 - направляющее устройство; 3 - секция; 4 - рама;
 5 - цилиндр; 6 - подвижная плита пресса; 7 - перфорированный подвесной поддон;
 8 - стол

Продолжительность отдельных составляющих цикла подпрессовки пресса ПР-5М составляет, с: загрузка и разгрузка 10; опускание верхней плиты 3; подъем давления от нуля до максимума 3; выдержка при максимальном давлении 4 . . . 5; сброс давления и подъем верхней плиты 3. Аналогичные прессы периодического действия использовались в цехах с импортным оборудованием.

Поскольку прессы периодического действия имеют определенный минимальный цикл работы, в цехах большой производительности они сдерживают работу остального оборудования главного конвейера. В связи с этим их заменяют другим оборудованием; в частности одноэтажными передвижными прессами периодического действия с возвратно-поступательным движением (рис. 5.2) и прессами проходного действия (рис. 5.3).

При использовании таких прессов формируют и подпрессовывают стружечный ковер на, транспортной ленте, движущейся непрерывно с постоянной скоростью, что обеспечивает непрерывное движение материала на участке подпрессовки. Транспортная гибкая лента формирующего конвейера проходит через пресс так, что его верхняя ветвь располагается на столе пресса, а нижняя – под ним.

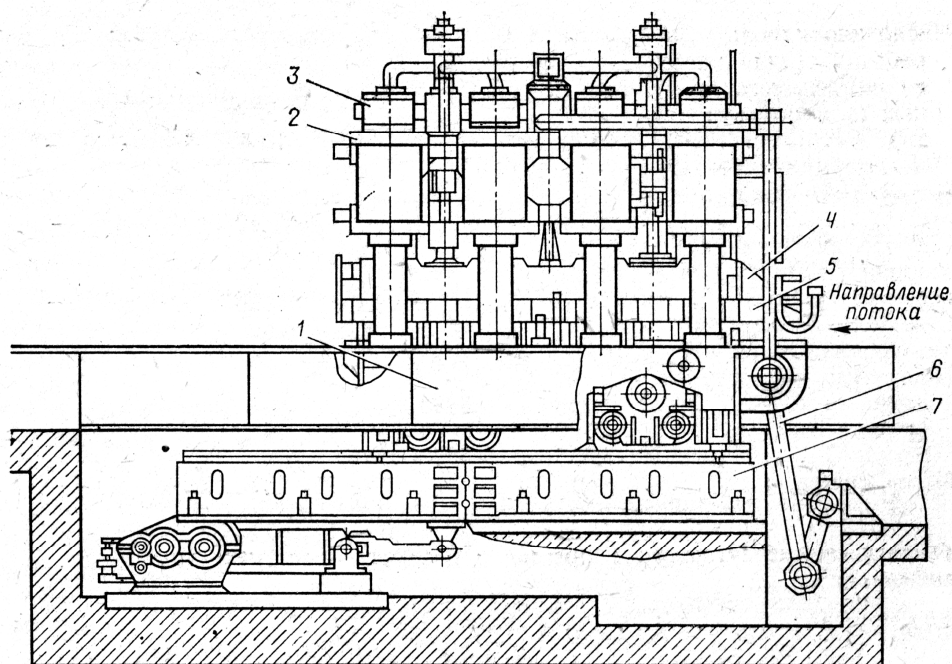


Рис. 5.2. Шагающий пресс с возвратно-поступательным движением:
1 – основание; 2 – верхняя траверса; 3 – колонна; 4 – верхняя подвижная плита; 5 – ограничительная балка; 6 – подвижный трубопровод; 7 – направляющая

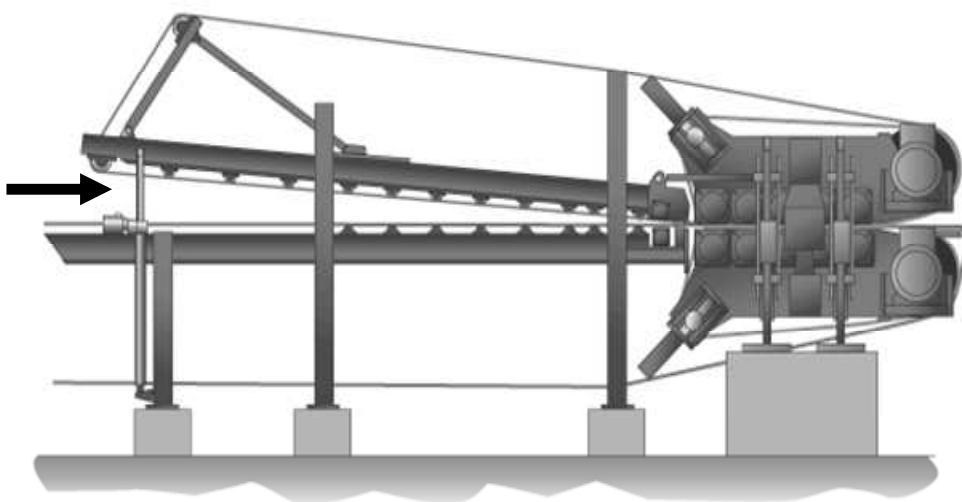


Рис. 5.3. Проходной ленточно-валковый пресс для подпрессовки стружечного или волокнистого ковра

Проходные прессы, используемые на линиях непрерывного изготовления древесных плит, бывают вальцового, ленточно-вальцового или гусеничного типа. Рабочее давление у них 2 ... 4 МПа, а у тактовых прессов – 1,2 ... 4,0 МПа.

В зарубежной практике для предварительной подпрессовки стружечного или волокнистого ковров широко используются ленточно-валковые

прессы. Основным отличием этих прессов является пульсирующий характер давления прессующих валков на ковер, при котором каждая точка ковра подвергается ряду последовательных напряжений, равных числу пар прессующих валков. Процесс подпрессовки в ленточно-валковых прессах характеризуется не только пульсирующим давлением на прессующих валках, но и постоянным снижением давления на каждой последующей паре прессующих валков при малой длине дуги контакта валка с материалом, незначительной продолжительностью воздействия давления на прессуемый материал и сравнительно небольшим значением усилия прессования (рис.5.4).

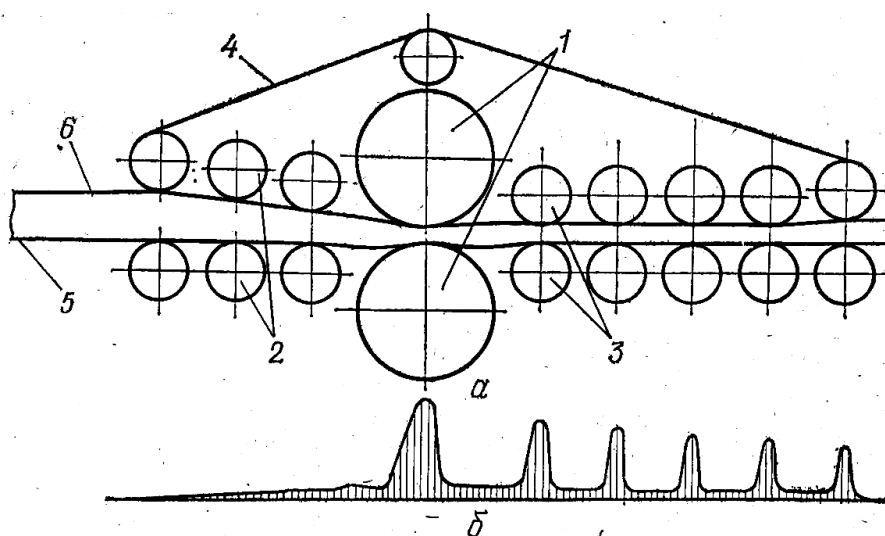


Рис. 5.4. Схема ленточно-валкового прессы для подпрессовки (а) и эпюра давления подпрессовки (б): 1 – прессующие барабаны; 2 – валки зоны уплотнения; 3 – валки зоны выдержки; 4, 5 – соответственно верхняя и нижняя ленты; 6 – подпрессовываемый ковер

Последнее обстоятельство определяет суммарное усилие ленточно-валкового прессы и мощность его привода, которые в несколько раз меньше, чем при подпрессовке в периодически действующих или гусеничных прессах.

Производительность гидравлических прессов, $\text{м}^3/\text{ч}$, периодического действия определяют по формуле

$$P_{\text{пр}} = 3600 \times n \times L_{\text{пл.}} \times B_{\text{пл.}} \times h_{\text{пл.}} \times K_{\text{исп.}} / \tau_{\text{ц}} \quad (5.1)$$

где n – число этажей прессы; $L_{\text{пл.}}$, $B_{\text{пл.}}$, $h_{\text{пл.}}$ – длина, ширина и толщина обрезающей нешлифованной плиты, м; $K_{\text{исп.}}$ – коэффициент использования главного конвейера ($K_{\text{исп.}} = 0,7 \dots 0,9$, в среднем $0,8 \dots 0,85$); $\tau_{\text{ц}}$ – цикл работы прессы, с.

Производительность подвижного прессы периодического действия, гусеничного и валкового прессов, $\text{м}^3/\text{ч}$, определяют по формуле

$$P_{\text{пр}} = 60 \times u \times V_{\text{пл.}} \times h_{\text{пл.}} \times K_{\text{исп.}} \quad (5.2)$$

где u – скорость движения формирующего конвейера, м/мин; $V_{\text{пл.}}$, $h_{\text{пл.}}$ – ширина и толщина обрезной нешлифованной плиты, м; $K_{\text{исп.}}$ – коэффициент использования главного конвейера ($K_{\text{исп.}} = 0,86 \dots 0,92$).

Основная цель горячего прессования древесных плит заключается в уплотнении брикета или ковра до заданной толщины плиты и стабилизации этой толщины за счет склеивания между собой древесных частиц. Быстрое отверждение связующего достигается за счет нагрева. Для нагрева клеевых слоев требуется прогреть брикет или ковер по всей его толщине, чтобы в среднем его слое температура достигала значения не ниже 100 °С, при которой происходит быстрое отверждение связующего. Кроме того, такая температура; обеспечивает испарение и выход избыточной влаги из брикета или ковра за время прессования.

Прогрев брикета или ковра по всей толщине плиты осуществляется различными способами: контактным нагревом за счет передачи теплоты от горячих плит пресса к холодному брикету или ковра; нагревом в поле ТВЧ; путем продува пористого брикета или ковра горячим воздухом или водяным паром.

Контактный нагрев был и остается основным способом нагрева в процессе горячего прессования древесных плит и при их облицовывании.

Большое внимание было уделено исследованиям применения ТВЧ для нагрева стружечного брикета при прессовании ДСтП. При использовании этого способа температура нагрева одинакова по всей толщине брикета, а скорость нагрева легко регулируется подводимой мощностью от высокочастотных генераторов и может составлять всего несколько десятков секунд. Вместе с тем были выявлены и существенные недостатки этого способа. Его весьма сложно осуществить в гидравлических прессах, так как требуется сложная экранизация всей системы. Вторым недостатком является в высокой стоимости использования электрической энергии при высокочастотном нагреве.

Однако использование высокочастотного нагрева оказалось весьма эффективным для предварительного нагрева стружечного брикета до температуры не выше 70 °С до поступления его в пресс горячего прессования, так как оно сокращает продолжительность прогрева брикета или ковра в прессе горячего прессования. Использование ТВЧ для предварительного нагрева брикета реализовано в ряде установок с одноэтажными прессами и прессами непрерывного действия.

Продолжительность нагрева стружечного ковра до температуры 70 °С составляет 5 с на 1 мм толщины ковра. Благодаря предварительному нагреву ковра по всей толщине до указанной температуры резко сокращается продолжительность его прогрева в горячем прессе, что в свою очередь

ведет к сокращению продолжительности прессования. Кроме того, благодаря предварительному нагреву древесные частицы становятся более пластичными, что ведет к сокращению продолжительности упрессовки стружечного брикета до заданной толщины плиты, достигается лучший контакт между отдельными древесными частицами, что в свою очередь обеспечивает повышение механических показателей, особенно прочности внутреннего слоя.

Нагрев брикета или ковра водяным паром – один из перспективных методов нагрева в процессе горячего прессования древесных плит. Нагрев можно осуществлять путем подачи под давлением перпендикулярно плоскости прессуемого брикета или ковра пара, обладающего большой теплоемкостью и способного передавать значительное количество теплоты. Исследованиями этого способа нагрева занимались еще в 60-х годах прошлого столетия. Для его осуществления необходимо иметь парогенератор и систему подачи пара. Используются плиты пресса с высверленными отверстиями, через которые пар направляется в брикет или ковер. Для лучшего распределения пара по плоскости брикета с обеих его сторон предусматриваются проницаемые металлические поддоны. Нижний проницаемый поддон одновременно служит и транспортным средством, верхний прикрепляется к верхней нагревательной плите пресса (рис. 5.5).

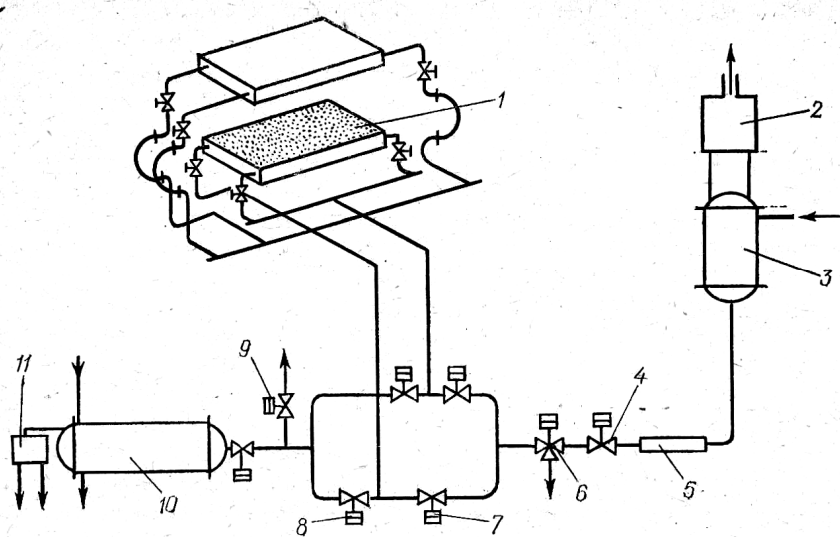


Рис. 5.5. Схема установки прессования плит с продувкой водяным паром:
1 – пресс; 2 – котел; 3 – парогенератор; 4 – парорегулирующий вентиль; 5 – измеритель количества пара; 6 – предохранительный вентиль; 7 – впускной клапан; 8 – выпускной клапан; 9 – воздушный клапан; 10 – конденсатор; 11 – вакуумный насос

При нагреве паром прессование древесных плит (в периодическом прессе) осуществляется следующим образом. После загрузки брикета в пресс производится его смыкание, начинается уплотнение брикета и в это время через отверстия плиты пресса подается пар. Продолжительность по-

дачи пара составляет несколько секунд. Под действием пара брикет быстро прогревается, в результате чего повышается пластичность древесных частей, а упругое сопротивление брикета быстро снижается и упрессовка брикета до заданной толщины плиты производится при сравнительно невысоком давлении. После достижения брикетом заданной толщины плиты давление пара внутри брикета (плиты), а, следовательно, и температура быстро повышаются, в результате чего происходит отверждение связующего. Через несколько секунд паровыпускные вентили открываются, а впускные закрываются. Избыточное давление пара способствует удалению большей его части из плиты. Включается вакуум-насос, который отбирает через конденсатор избыточное количество влаги из готовой плиты. В целом этот метод требует очень точного контроля программы прессования. При реализации этого способа нагрева продолжительность прессования ДСтП толщиной 40 мм составляет примерно 90 секунд.

Прогрев водяным паром рекомендуется в первую очередь при изготовлении толстых плит (более 40 мм). Этот метод прогрева используется в технологии изготовления изоляционных (мягких) древесноволокнистых плит.

Продолжительное время основным способом горячего прессования древесных плит было прессование в многоэтажных гидравлических прессах на поддонах или бесподдонным способом. На предприятиях с отечественным оборудованием применяют несколько типов многоэтажных гидравлических прессов: ПР-6 и его модификации ПР-6А и ПР-6Б, пресс Д4743Б. Большинство указанных прессов модернизированы в направлении увеличения числа рабочих промежутков до 15 ... 20. На рис. 5.6 приведена схема прессовой установки (Д4744) для бесподдонного прессования плит.

Для получения одинаковой заданной толщины древесно-стружечных плит применяют дистанционные прокладки, которые закрепляются по краям верхней плоскости вдоль продольных кромок обогреваемых плит. Толщина дистанционных прокладок равна толщине прессуемой плиты плюс толщина одного поддона. Дистанционные прокладки изготавливают с точностью по толщине $\pm 0,1$ мм.

При определенных, преимуществах формирования ковра и прессования плит на поддонах применение поддонов имеет и ряд существенных недостатков: сравнительно небольшой их срок службы; увеличение продолжительности прессования плит; дополнительный расход тепловой энергии на их нагрев; повышение разнотолщинности готовых плит. Кроме того, готовые плиты выгружаются из горячего пресса на поддонах, и некоторое время остаются на них. При этом одна сторона готовой плиты свободно отдает теплоту и влагу в виде пара и охлаждается быстрее, а другая, нижняя, сторона остается закрытой и сохраняет высокую температуру, что создает асимметричные внутренние напряжения, являющиеся причиной

коробления плит. Поэтому горячее прессование плит в многоэтажных гидравлических прессах постоянно совершенствуется.

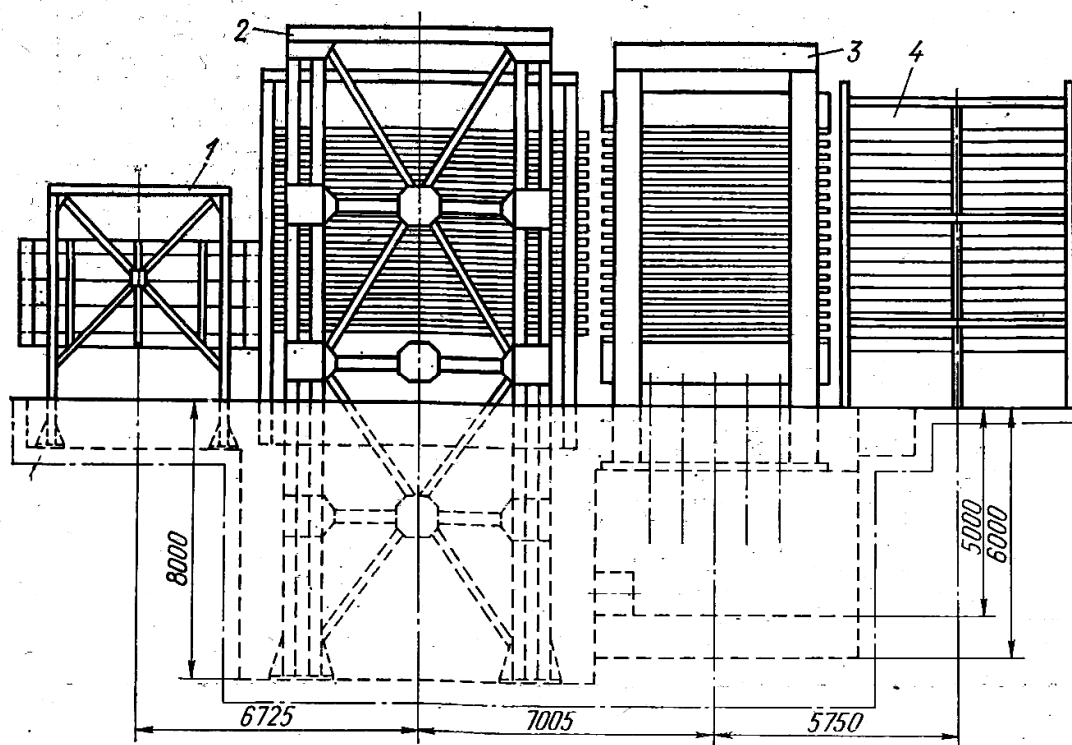


Рис. 5.6. Схема прессовой установки для бесподдонного прессования ДСтП:
1 - этажерка-накопитель; 2 - загрузочная этажерка; 3 - пресс горячего прессования;
4 - разгрузочная этажерка веерного типа

Достижения в совершенствовании многоэтажных гидравлических прессов: наличие этажерки-накопителя (4 ... 5 этажей) перед загрузочной этажеркой; оснащение прессов механизмами одновременного смыкания плит; бесподдонное прессование плит; обогрев плит прессов высокотемпературными органическими теплоносителями; оснащение прессов системой обдува дистанционных прокладок сжатым воздухом в период смыкания плит; обеспечение прессов автоматическими контрольными устройствами, регулирующими величину давления на брикет (плиту) в зависимости от состояния и величины физических параметров внутри стружечных брикетов (плит); обеспечение прессов программным устройством, позволяющим настраивать работу пресса в автоматическом режиме в зависимости от технологических параметров.

При бесподдонном прессовании плит широко используется способ загрузки стружечных брикетов в пресс методом выкладки. Каждый этаж загрузочной этажерки представляет собой конвейер с приводным барабаном на переднем конце и натяжными роликами на заднем (обращенном к прессу). На барабан и ролики натянуты шесть лент (из трансилона)

шириной по 250 мм, верхние ветви лент скользят по металлическому листу полки. После заполнения всех этажей (полок) загрузочная этажерка движется вперед, полки с брикетами входят в рабочие промежутки пресса и передней кромкой выталкивают готовые плиты на полки разгрузочной этажерки. После полной загрузки полок в пресс этажерка останавливается и включается привод обратного движения загрузочной этажерки и привод движения лент полок вперед. Поскольку скорость движения лент с лежащими на них брикетами равна скорости обратного движения загрузочной этажерки, то стружечные брикеты сходят с полок этажерки и укладываются на горячие плиты пресса. Такую систему загрузки брикетами имели прессы Д4744, «Диффенбахер» (Германия), «Раума-Репола», «Валмет» (Финляндия) и др. В качестве разгрузочной этажерки широко используются этажерки веерного типа.

Многоэтажные прессы для прессования древесно-стружечных и древесноволокнистых плит последних моделей оснащены механизмом одновременного смыкания плит пресса.

Важнейшая особенность прессов с механизмом для одновременного смыкания плит – медленное относительное сближение горячих плит пресса при относительно коротком времени смыкания всех плит. Благодаря малым скоростям сближения плит исключается сдувание стружки с поверхности брикетов, которые подвергаются одинаковой термической обработке.

Применение механизмов для одновременного смыкания плит позволяет сократить продолжительность смыкания плит пресса с 20 ... 30 до 7 ... 10 с независимо от числа этажей, что ведет к сокращению общего цикла прессования.

Основные узлы и детали гидравлического многоэтажного пресса – станина, цилиндры, плунжеры, подвижный стол, нагревательные плиты. Гидропривод пресса с системой трубопроводов, уплотнителями, распределительной аппаратурой и рабочей жидкостью создают необходимое по технологии усилие прессование (рис. 5.7).

Конструкции станины пресса должна обеспечивать свободный доступ с двух сторон к нагревательным плитам пресса. Наиболее распространены станины колонной и рамной конструкций.

Раму пресса изготавливают из толстой листовой стали (желательно из цельного листа). В листе вырезается окно для размещения плит пресса. Каждая рама состоит из двух стальных листов, соединенных попарно так, чтобы получилась жесткая конструкция. Рамы скрепляют между собой с помощью стяжки, и устанавливают остальные элементы пресса (верхнюю и нижнюю поперечины, стол пресса, гидроцилиндры и др.)

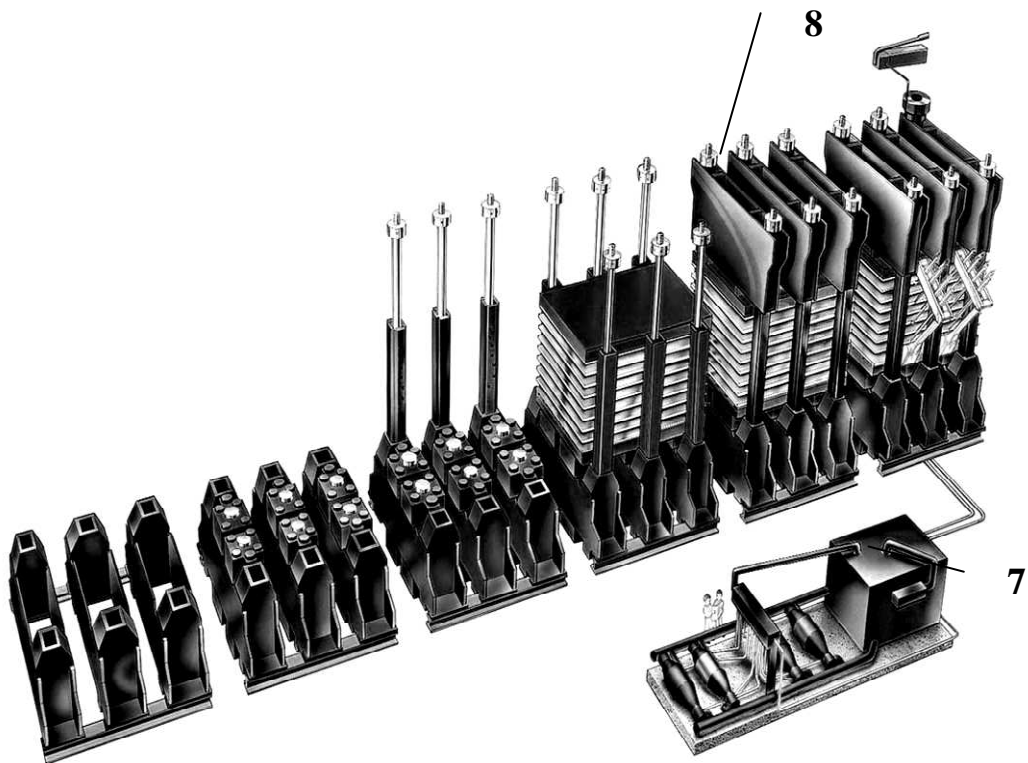
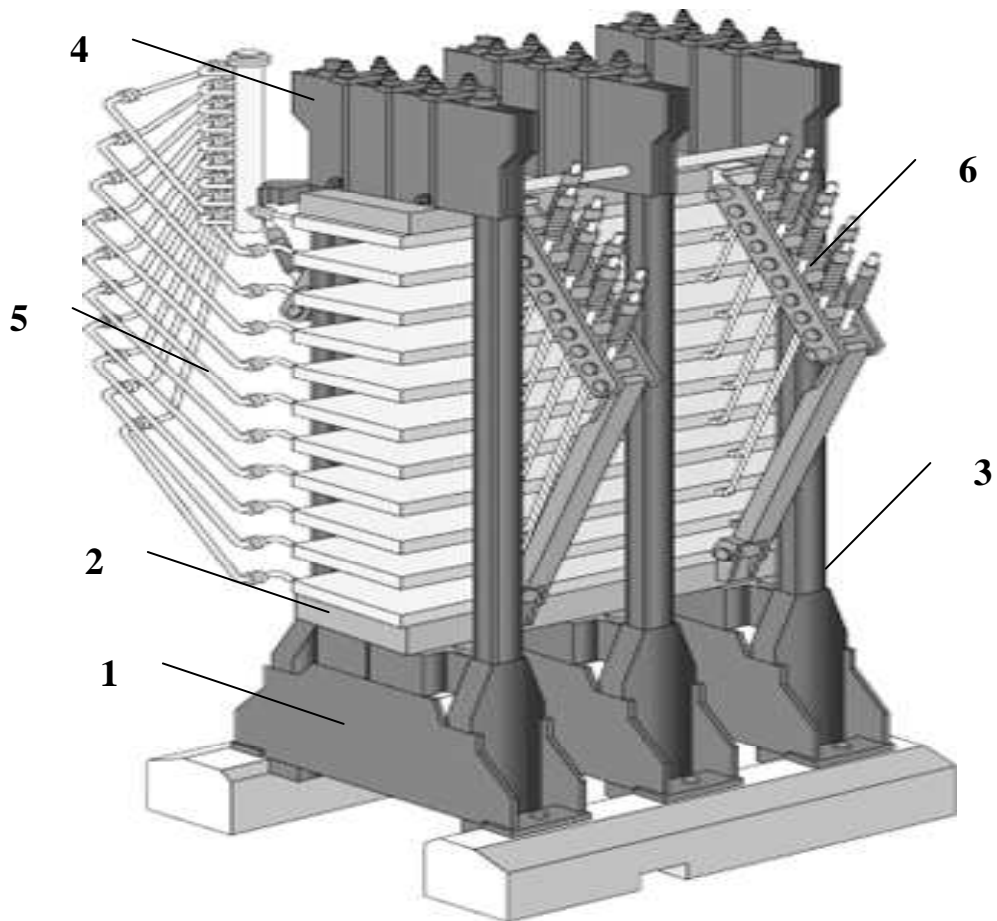


Рис. 5.7. Гидравлический пресс колонной конструкции

Количество секций рамы, их размер и расположение зависят от длины и ширины пресса, максимального удельного давления на плиты пресса. В рамных прессах обычно используют гидроцилиндры плунжерного типа.

В колонных прессах (рис. 5.7) расстояние между колоннами (3) больше и верхняя поперечина (4) более жесткая. Колонны (3) цилиндрические. В этих прессах используют гидравлические цилиндры большего диаметра. На концах колонн нарезают резьбу, на которую навинчивают большие натяжные гайки (8).

Гидравлический многоэтажный пресс колонной конструкции может быть выполнен с механизмом одновременного смыкания (6) плит пресса. Пресс опирается на фундаментную раму (1). На раме установлены, на лапах цилиндры пресса. В опорные лапы вставляются колонны, на которые насажена верхняя поперечина пресса (4). К плунжерам гидроцилиндров крепится подвижный стол (2). Между столом и верхней поперечиной устанавливаются нагревательные плиты. Теплоноситель подводят к плитам пресса от теплопровода через коллектор и шарнирные трубопроводы (5). Гидравлическая жидкость поступает в гидроцилиндры пресса от гидростанции (7).

В 80-х годах прошлого столетия широкое применение в производстве древесных плит нашли одноэтажные (большеформатные) прессы. Конструкция и принцип работы одноэтажных гидравлических прессов для горячего прессования плит сходны с конструкцией и принципом работы одноэтажных прессов для предварительной подпрессовки, но они имеют две обогреваемые плиты, между которыми осуществляется горячее прессование плит. Стружечный пакет или ковер загружается в пресс с помощью непрерывной стальной ленты или сетчатых поддонов. При этом в составе главного конвейера может отсутствовать пресс для предварительной подпрессовки. Однако подпрессованный пакет оказывает меньшее сопротивление сжатию в горячем прессе.

По ряду причин эти прессы предпочтительнее многоэтажных. При их использовании существенно сокращается время необходимое для загрузки пресса и время подъема давления. Прессы обеспечивают высокую температуру прессования (до 220 °С), общая продолжительность прессования уменьшается до 0,10 ... 0,12 мин на 1 мм толщины прессуемых плит. Эти прессы обычно изготавливают с верхним расположением гидроцилиндров.

При прессовании древесных плит в одноэтажных прессах можно обеспечить меньшую разнотолщинность получаемых плит, что позволяет уменьшить затраты на шлифование. Плиты, изготавливаемые в одноэтажных прессах, имеют большие размеры, что позволяет существенно сократить потери при раскрое и форматной обрезке плит. Конструкция одноэтажных прессов и механизмов их загрузки-выгрузки значительно проще, чем у многоэтажных.

Схема главного конвейера с одноэтажной прессовой установкой представлена на рис. 5.8.

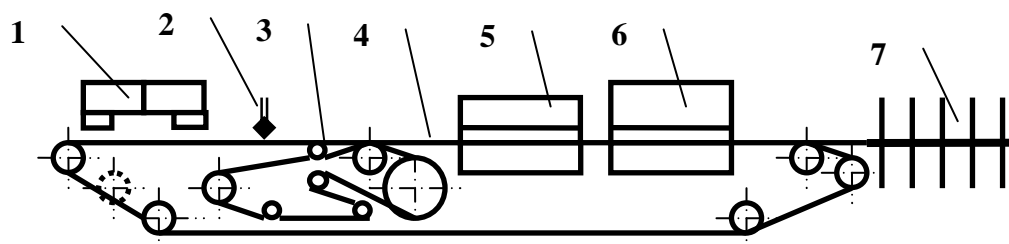


Рис. 5.8. Схема главного конвейера с одноэтажной прессовой установкой (прессование с сетчатыми поддонами): 1 – формирующая станция; 2 – установка для разделения ковра; 3 – формирующий конвейер; 4 – цепной конвейер; 5 – пресс для подпрессовки пакетов; 6 – горячий пресс; 7 – веерный охладитель

Расчет гидравлических прессов.

Номинальное усилие пресса определяют в зависимости от площади прессуемой плиты по формуле:

$$P_n = F \times q, \quad (5.3)$$

где F – площадь прессуемой плиты, m^2 ; q – удельное давление прессование, МПа.

С другой стороны, в зависимости от давления рабочей жидкости в гидросистеме:

$$P_n = \pi \times D^2 \times q_2 \times m/4, \quad (5.4)$$

где D – диаметр плунжера гидроцилиндра, м; m – количество гидроцилиндров или плунжеров, шт.; q_2 – максимальное давление рабочей жидкости в гидроцилиндре, МПа.

Основные показатели определяются по технической характеристике пресса.

Удельное давление на прессуемый брикет определяется по формуле:

$$q = q_2 \times \pi \times D^2 \times m \times \eta/4 \times F, \quad (5.5)$$

где η – коэффициент полезного действия пресса, обычно принимают равным 0,85 ... 0,96.

Если по технологической инструкции прессования плит данной плотности и размеров определить q , то

$$q_2 = 4 \times q \times F/\pi \times D^2 \times m \times \eta. \quad (5.6)$$

Эффективное усилие пресса с верхним расположением цилиндров:

$$P_3 = q \times (\pi \times D^2 \times m/4) + G - R - \sum T, \quad (5.7)$$

где G – сила тяжести деталей пресса (плунжеров, подвижной плиты с траверсой);

R – потери при противодействии возвратных гидроцилиндров;

$\sum T$ – потери на трение в уплотнениях всех гидроцилиндров.

$$R = q_2 \times (\pi \times D_2^2 \times m_1/4); \quad (5.8)$$

$$T = \pi \times D \times h \times f \times (q_k + q_2), \quad (5.9)$$

где D_2 – диаметр плунжеров возвратных цилиндров;

m_1 – количество возвратных цилиндров;

D – диаметр основных или возвратных плунжеров;

h – высота соприкосновения манжет с плунжером;

f – коэффициент трения (0,3 ... 0,4);

q_k – контактное давление от предварительного натяга манжет (1 ... 2 МПа).

Для прессов с нижним расположением гидроцилиндров эффективное усилие пресса:

$$P_3 = q_2 \times (\pi \times D^2 \times m/4) - G - P - G_1 - \sum T, \quad (5.10)$$

где P – сопротивление пакетов, лежащих на плитах пресса;

G – сила тяжести подвижных деталей пресса (плунжеров, подвижного стола, плит пресса и т.д.);

G_1 – сила тяжести поддонов с пакетами.

Расход (m^3) рабочей жидкости, расходуемой на смыкание плит пресса:

$$Q_{ж} = (\pi \times D^2/4) \times m \times (h - S_m), \quad (5.11)$$

где h – высота рабочего промежутка между плитами пресса, м;

S_m – толщина прессуемой плиты и поддона, м.

Производительность насосов пресса определяется по формуле:

$$Q_n = Q_{ж} / \tau_{\partial}, \quad (5.12)$$

где τ_{∂} – продолжительность повышения давления, с.

Скорость рабочего хода плунжера определяется по формуле:

$$V_{см.} = 4 \times Q_{ж} / \pi \times D^2 \times \tau_{см.} \quad (5.13)$$

Для определения продолжительности цикла прессования (с) составляется диаграмма прессования (рис. 5.9), и тогда продолжительность определяется по формуле:

$$\tau_{\text{ц}} = \tau_3 + \tau_{\text{см}} + \tau_{\text{д}} + \tau_{\text{в}} + \tau_{\text{разм}} + \tau_{\text{раз}}, \quad (5.14)$$

τ_3 – продолжительность загрузки пресса, с;

$\tau_{\text{см}}$ – продолжительность смыкания плит пресса, с;

$\tau_{\text{д}}$ – продолжительность подъема давления, с;

$\tau_{\text{в}}$ – продолжительность выдержки брикета под данным удельным давлением и продолжительность сброса давления (по технологической инструкции);

$\tau_{\text{разм}}$ – продолжительность размыкания плит пресса;

$\tau_{\text{раз}}$ – продолжительность разгрузки пресса.

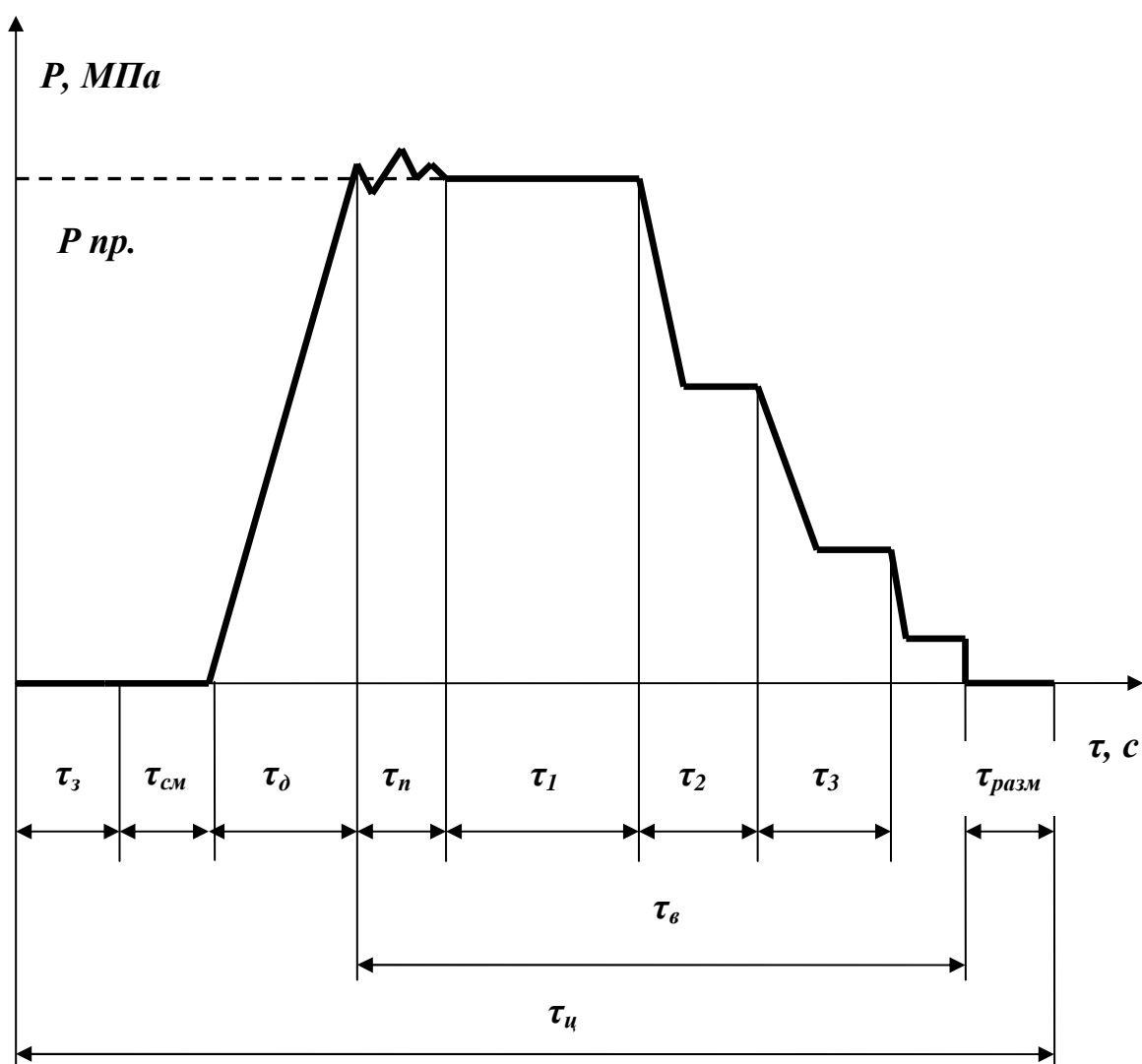


Рис. 5.9. Диаграмма прессования ДСтП

Одним из первых прессов проходного (непрерывного) действия можно считать разработанные еще в 50-е годы установки «Бартрев», у которых прессующим элементом служила пластинчатая цепь с электронагревом. Однако из-за быстрого износа цепей и большого потребления энергии конструкция оказалась бесперспективной.

Сегодня наиболее распространены ленточные проходные прессы, в которых стружечный или волокнистый ковер прессуется между двумя стальными лентами.

Фирма «Диффенбахер» разработала ленточный пресс непрерывного действия «Гидро-Дин» (рис. 5.10). Конструктивно это одноэтажный пресс с двумя (верхней и нижней) синхронно движущимися стальными лентами, для лучшего скольжения которых по плитам пресса создается тонкая разделительная масляная пленка между плитам и лентами. Высокотемпературное смазочное масло подается по системе канавок под давлением. В процессе работы пресса масло стекает в боковые желоба и по замкнутой системе вновь возвращается в зону прессования, являясь в тоже время теплоносителем системы обогрева плит пресса.

Нижняя обогреваемая плита пресса неподвижна, а верхняя прижимается гидроцилиндрами, объединенными в группы. Групповое расположение цилиндров позволяет формировать зоны входа, высокого, среднего и низкого давления прессования, а также регулировать конечную толщину выходящей из пресса плиты с высокой точностью ($\pm 0,15$ мм). Толщина плиты измеряется на выходе из пресса с помощью бесконтактного автоматического устройства.

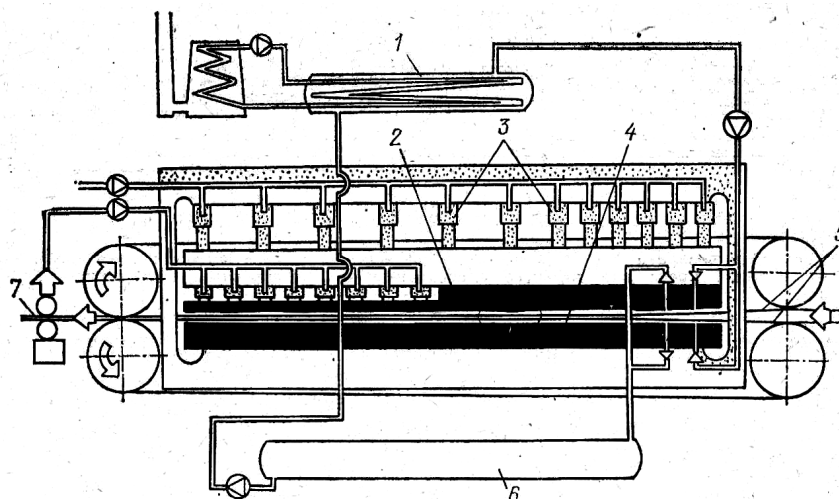


Рис. 5.10. Схема ленточного пресса «Гидро-Дин»: 1 – теплообменник для нагрева смазки-теплоносителя; 2 – верхняя прессующая плита; 3 – прессующие цилиндры; 4 – нижний стол пресса; 5 – стальные ленты; 6 – сборник смазки-теплоносителя; 7 – система контроля и регулирования толщины плит

Скорость движения стальной ленты пресса в зависимости от толщины изготавливаемых плит находится в пределах 5 ... 15 м/мин. Производительность пресса до 400 м³/сутки.

Фирма «Кюстерс» создала пресс непрерывного действия «Контипресс». Основу конструкции пресса составляют установленные вплотную друг к другу несущие рамы, состоящие из верхних и нижних траверс, соединенных колоннами. К верхним траверсам закреплена верхняя, к нижним – нижняя обогреваемые плиты. Прессование плит производится между стальными бесконечными приводными лентами толщиной 1 ... 1,5 мм, которые отделяются от обогреваемых плит роликовыми цепями шириной 55 мм, вплотную установленными друг к другу по всей ширине пресса. Роликовые цепи выполняют роль подшипников при перемещении лент и в тоже время передают теплоту от обогреваемых плит стальным лентам и далее, прессуемому ковру. Обогреваемые плиты имеют каналы, разделенные на нагревательные контуры, которые могут иметь независимый нагрев, за счет чего по длине плит пресса может быть установлен требуемый температурный режим прессования. Такая система непрерывного прессования подходит для выпуска любых стружечных и волокнистых плит, а также других листовых материалов.

Нижняя обогреваемая плита пресса на каждой траверсе несущих рам установлена на плунжерах цилиндров, которые объединены в группу с независимым регулированием давления, осуществляемым с помощью контрольно-измерительных гидравлических устройств, настраиваемых на заданную толщину прессуемой плиты, которые при отклонении от этой величины изменяют давление в данной группе цилиндров до требуемого значения.

Производительность пресса 220 ... 700 м³/сутки.

Работая круглосуточно, проходные прессы обеспечивают не только высокую производительность при стабильном качестве продукции, но также исключительную технологическую гибкость технологического процесса прессования. Прессование в них ведется с соблюдением постоянной, с отклонением в пределах $\pm 6\%$, толщины формируемого изделия, независимо от неоднородности его структуры или иных факторов.

В последние годы разработаны установки, в которых между обогреваемыми плитами и несущей металлической лентой проходит транспортер, состоящий из маленьких стальных роликов, через которые передается усилие прессования и тепло от горячих плит, оснащенных гидроцилиндрами – по одному на каждые 300 мм длины пресса. Система быстрого уплотнения ковра и управления профилем плотности изготавливаемых плит основана на применении тонких (толщиной 65 мм) и эластичных обогреваемых плит при уменьшенном радиусе входной зоны пресса. Для надежного удаления

воздуха из прессуемого ковра верхняя и нижняя обогреваемые плиты на входе расположены с наклоном в 3° .

У этих установок предусмотрено разделение зоны прессования на две части: после горячей зоны (230°C) идет зона охлаждения (80°C), на которую приходится примерно четверть длины пресса, а расстояние между обеими зонами 100 ... 120 мм. Такое распределение температурных режимов позволяет уменьшить внутри формируемой плиты давление парогазовой смеси (примерно с 1,2 до 0,7 МПа) и сократить выделение ее на выходе, притом, что эмиссия свободного формальдегида остается без изменения. Это благоприятно сказывается на механических свойствах получаемых древесных плит: они более стабильны по толщине, поскольку меньше подвержены усадке и разбуханию во время кондиционирования; прочность на отрыв поперек пласти возрастает на 5 ... 10 %, а вероятность внутреннего расслоения уменьшается; благодаря малой разнотолщинности они не требуют обязательного шлифования.

В последние годы проводятся разработки прессовых установок, в которых проходной принцип прессования древесных плит совмещен с нагревом методом паровой продувки.

В 70-х годах прошлого столетия была предложена схема прессования методом Мендэ (фирма «Бизон»). Этот метод эффективно был применен для изготовления тонких древесных плит (рис. 5.11). На этих установках производят плиты толщиной 1,6 ... 6 мм с допуском $\pm 0,15$ мм, шириной 1300 ... 2500 мм. Скорость прессования до 21 м/мин. Производительность установки до 150 м^3 плит в сутки.

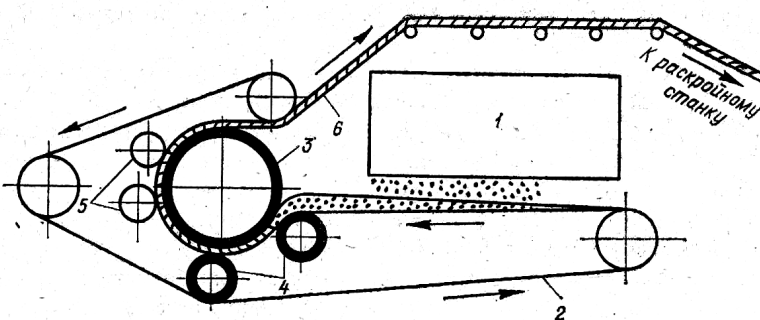


Рис. 5.11. Схема линии с каландровым (валковым) прессом: 1 – формирующая машина; 2 – непрерывная стальная лента; 3 – главный обогреваемый барабан (каландр); 4 – прижимные обогреваемые барабаны; 5 – прижимные валики; 6 – готовая древесная плита

Ковер формируется на бесконечной стальной ленте 2, изготовленной из высококачественной стали; при быстром изменении температуры в стальной ленте не возникают внутренние напряжения. Скорость движения стальной ленты регулируется бесступенчато в зависимости от толщины плиты. Сформированный ковер подается в валковый пресс, пред-

ставяющий собой барабанную систему, в состав которой входит стальной барабан 3 диаметром (3 ... 4 м) и ряд прижимных валов 4 меньшего диаметра. Главный барабан и прижимные валики обогреваются органическими теплоносителями до температуры 240 °С. Необходимое давление прессования создается с помощью обогреваемых валиков. Окончательная толщина плиты обеспечивается дополнительными калибровочными валиками 5. Выходящая из прессовочного агрегата непрерывная лента готовой плиты с помощью системы приводных валиков направляется на приводной конвейер, для охлаждения и далее на обрезку и раскрой по длине.

Расчет проходных прессов.

Схемы расчета прессов непрерывного действия приведены в учебном пособии [10] для курсового проектирования (стр. 129 – 153). Необходимые для выполнения практических работ данные можно позаимствовать из справочной и учебной литературы [1 ... 9].

Схемы прессовых установок непрерывного действия, по которым подготовлены варианты заданий для выполнения практических работ (ЗАДАНИЕ № 5.3), представлены на рис. 5.12 – 5.14.

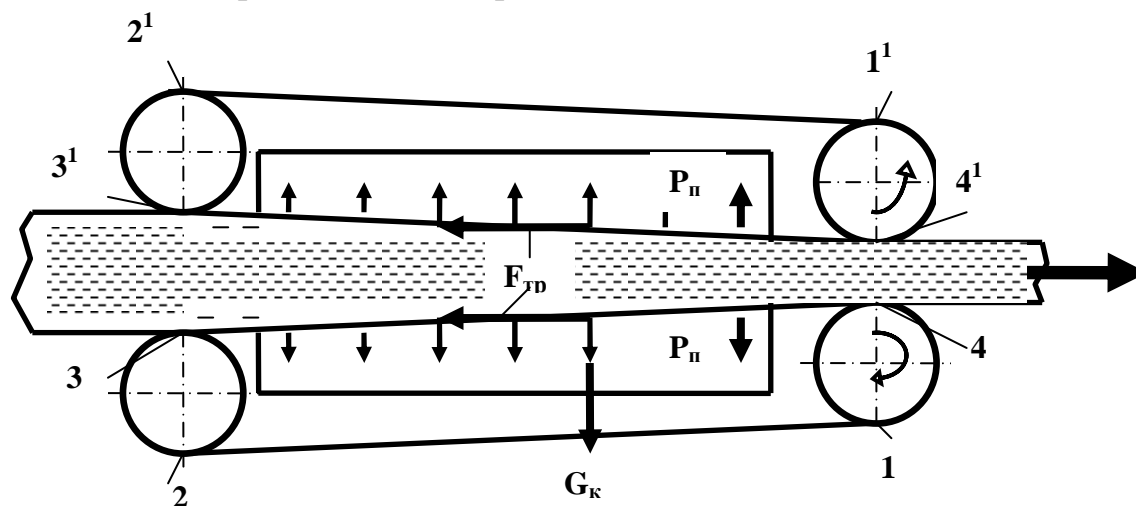


Рис. 5.12. Расчетная схема ленточного пресса для подпрессовки стружечного или волокнистого ковра

Мощность привода ленточных прессов непрерывного действия можно рассчитать, воспользовавшись схемой расчета ленточного конвейера. При расчете технологических сопротивлений на рабочем участке при этом учитывают массу ковра и давление прессования. Схема расчета ленточных конвейеров представлена в учебном пособии для курсового проектирования [10].

При отделке плитных материалов широко используются валковые прессы. При входе облицовываемой плиты в пресс (рис. 5.13) для каширования её принимают первые два вальца. Следовательно, на эти вальцы должна приходиться наиболее тяжелая работа по перемещению плиты.

Однако первая пара валцов также осуществляет накатку пленки, вторая пара – тесильные валы, а на последней паре валцов осуществляется дополнительное прикатывание пленки к поверхности плиты.

Тогда расчет мощности ведем для наиболее тяжелых условий, т.е. для второй пары валцов и расчетная схема будет выглядеть следующим образом:

$$P_T = q_T \cdot \mu + (q_T + G_{\text{п}}) \cdot \mu = (2q_T + G_{\text{п}}) \cdot \mu; \quad (5.15)$$

где q_T — сила прижима в зоне трения валцов, Н;

P_T — сила тяги валцов, Н;

v — скорость подачи плиты в прессе, м/с;

$G_{\text{п}}$ — сила тяжести плиты, приходящейся на нижний валец, Н;

μ — коэффициент сцепления вальца с ДСтП. Для гладких стальных валцов можно принять $\mu = 0,25$.

Сила прижима q_T определяется из технической характеристики прессы и во многом зависит от физико-механических свойств облицовываемых плит, свойств применяемого клея и от свойств пленки.

Подробно схема расчета приведена в учебном пособии для курсового проектирования [10].

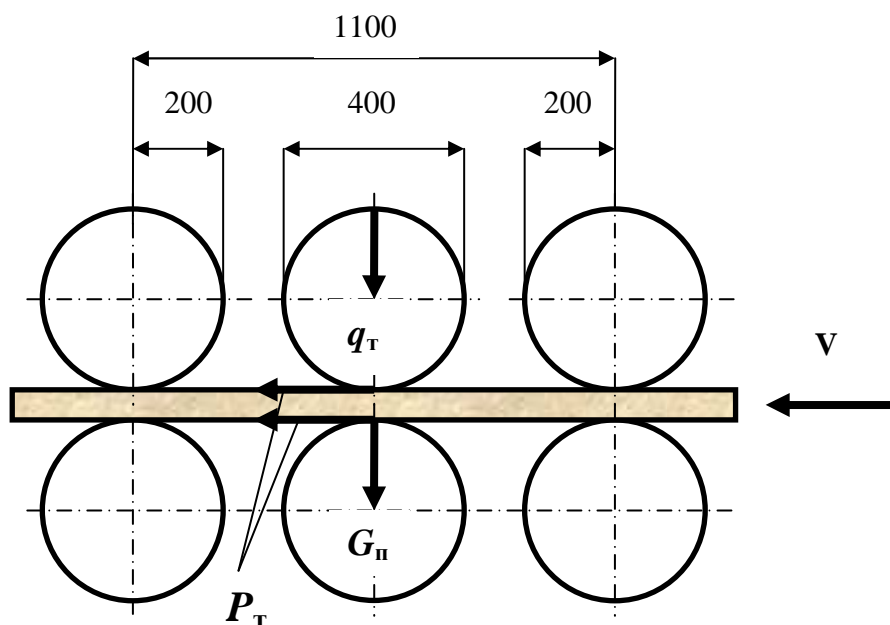


Рис. 5.13. Расчетная схема валкового прессы используемого для каширования древесных плит

Основными исходными данными для расчета основных параметров ленточно-валкового прессы для прессования древесных плит, например, прессы типа «Контироль» (рис. 5.14) являются скорость движения ленты V , или производительность Q прессы, заданная толщина готовой плиты S ,

плотность плиты $\rho_{пл}$ и плотность ковра после подпрессовки ρ_k . Определению подлежат: толщина используемой ленты h ; диаметр стержней (роликов) d_p ; мощность привода пресса.

Подробно схема расчета приведена в учебном пособии для курсового проектирования [10].

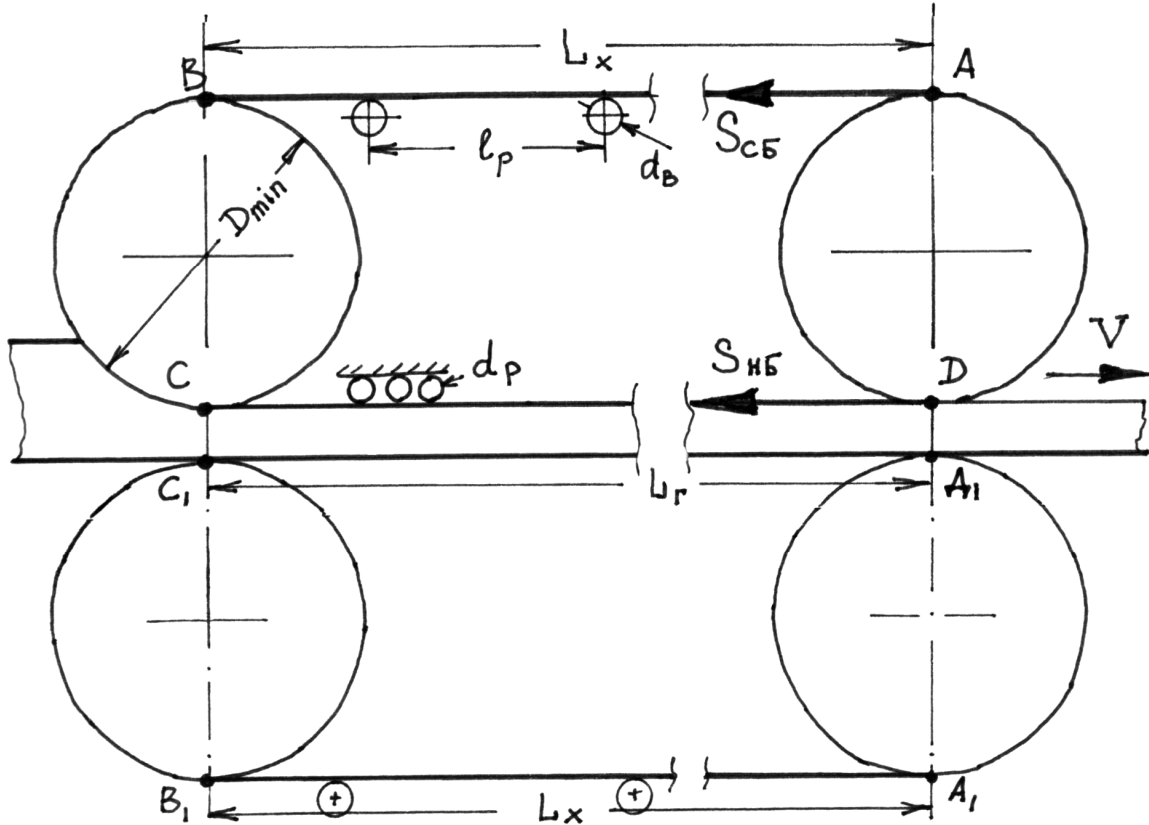


Рис. 5.14. Расчетная схема для определения мощности привода пресса

ЗАДАНИЕ № 5.1

Определить производительность прессы при следующих исходных данных

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 5.1	Примечание
1	2	3
1	Длина обрезной готовой плиты – 3550 мм (длина брикета – 3700 мм); Ширина обрезной готовой плиты – 1830 мм (ширина брикета – 1870 мм); Толщина обрезной нешлифованной плиты – 19,5 мм (толщина брикета после подпрессовки – 80 мм); Продолжительность подпрессовки – 28 с; Коэффициент использования прессы – 0,87.	Пресс одноэтажный периодического действия для подпрессовки стружечного брикета.
2	Ширина обрезной готовой плиты – 1830 мм (ширина брикета – 1870 мм); Толщина обрезной нешлифованной плиты – 18,5 мм (толщина брикета после подпрессовки – 70 мм); Скорость движения формирующего конвейера – 12 м/мин; Коэффициент использования прессы – 0,92.	Пресс валковый проходного типа для подпрессовки стружечного ковra.
3	Длина обрезной готовой плиты – 5550 мм (длина брикета – 5650 мм); Ширина обрезной готовой плиты – 1830 мм (ширина брикета – 1850 мм); Толщина обрезной нешлифованной плиты – 20,5 мм (толщина брикета после подпрессовки – 80 мм); Продолжительность подпрессовки – 22 с; Коэффициент использования прессы – 0,90.	Пресс одноэтажный периодического действия для подпрессовки стружечного брикета.
4	Длина обрезной готовой плиты – 5500 мм (длина брикета – 5550 мм); Ширина обрезной готовой плиты – 2400 мм (ширина брикета – 2490 мм); Толщина обрезной нешлифованной плиты – 19,5 мм (толщина брикета после подпрессовки – 80 мм); Продолжительность подпрессовки – 25 с; Коэффициент использования прессы – 0,89.	Пресс двухэтажный периодического действия для подпрессовки стружечного брикета.
5	Ширина обрезной готовой плиты – 1830 мм (ширина брикета – 1870 мм); Толщина обрезной нешлифованной плиты – 17,5 мм (толщина брикета после подпрессовки – 65 мм); Скорость движения формирующего конвейера – 17 м/мин; Коэффициент использования прессы – 0,92.	Пресс валковый проходного типа для подпрессовки стружечного ковra.
6	Ширина обрезной готовой плиты – 1830 мм (ширина брикета – 1870 мм); Толщина обрезной нешлифованной плиты – 19,5 мм (толщина брикета после подпрессовки – 80 мм); Скорость движения формирующего конвейера – 18 м/мин; Коэффициент использования прессы – 0,92.	Пресс гусеничный проходного типа для подпрессовки стружечного ковra.

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 5.1	Примечание
1	2	3
7	<p>Длина обрезной готовой плиты – 3550 мм (длина брикета – 3700 мм); Ширина обрезной готовой плиты – 1830 мм (ширина брикета – 1870 мм); Толщина обрезной нешлифованной плиты – 19,5 мм (толщина брикета после подпрессовки – 80 мм); Продолжительность подпрессовки – 24 с; Коэффициент использования пресса – 0,89.</p>	Пресс одноэтажный периодического действия для подпрессовки стружечного брикета.
8	<p>Ширина обрезной готовой плиты – 1830 мм (ширина брикета – 1870 мм); Толщина обрезной нешлифованной плиты – 17,5 мм (толщина брикета после подпрессовки – 80 мм); Скорость движения формирующего конвейера – 14 м/мин; Коэффициент использования пресса – 0,92.</p>	Пресс гусеничный проходного типа для подпрессовки стружечного ковra.
9	<p>Ширина обрезной готовой плиты – 1830 мм (ширина брикета – 1870 мм); Толщина обрезной нешлифованной плиты – 17,0 мм (толщина брикета после подпрессовки – 60 мм); Скорость движения формирующего конвейера – 13 м/мин; Коэффициент использования пресса – 0,92.</p>	Пресс валковый проходного типа для подпрессовки стружечного ковra.
10	<p>Длина обрезной готовой плиты – 5500 мм (длина брикета – 5550 мм); Ширина обрезной готовой плиты – 2400 мм (ширина брикета – 2490 мм); Толщина обрезной нешлифованной плиты – 17,5 мм (толщина брикета после подпрессовки – 72 мм); Продолжительность подпрессовки – 22 с; Коэффициент использования пресса – 0,89.</p>	Пресс двухэтажный периодического действия для подпрессовки стружечного брикета.
11	<p>Ширина обрезной готовой плиты – 1830 мм (ширина брикета – 1870 мм); Толщина обрезной нешлифованной плиты – 17,0 мм (толщина брикета после подпрессовки – 60 мм); Скорость движения формирующего конвейера – 13 м/мин; Коэффициент использования пресса – 0,92.</p>	Пресс валковый проходного типа для подпрессовки волокнистого ковra.
12	<p>Длина обрезной готовой плиты – 5550 мм (длина брикета – 5650 мм); Ширина обрезной готовой плиты – 1830 мм (ширина брикета – 1850 мм); Толщина обрезной нешлифованной плиты – 17,5 мм (толщина брикета после подпрессовки – 75 мм); Продолжительность подпрессовки – 23 с; Коэффициент использования пресса – 0,91.</p>	Пресс одноэтажный периодического действия для подпрессовки стружечного брикета.

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 5.1	Примечание
1	2	3
13	<p>Ширина обрезной готовой плиты – 1830 мм (ширина брикета – 1870 мм); Толщина обрезной нешлифованной плиты – 19,5 мм (толщина брикета после подпрессовки – 76 мм); Скорость движения формирующего конвейера – 16 м/мин; Коэффициент использования пресса – 0,90.</p>	Пресс гусеничный проходного типа для подпрессовки стружечного ков-ра.
14	<p>Длина обрезной готовой плиты – 5500 мм (длина брикета – 5550 мм); Ширина обрезной готовой плиты – 2400 мм (ширина брикета – 2490 мм); Толщина обрезной нешлифованной плиты – 19,5 мм (толщина брикета после подпрессовки – 75 мм); Продолжительность подпрессовки – 18 с; Коэффициент использования пресса – 0,90.</p>	Пресс двухэтаж-ный периодиче-ского действия для подпрессовки стружечного бри-кета.
15	<p>Ширина обрезной готовой плиты – 1830 мм (ширина брикета – 1870 мм); Толщина обрезной нешлифованной плиты – 19,0 мм (толщина брикета после подпрессовки – 65 мм); Скорость движения формирующего конвейера – 17 м/мин; Коэффициент использования пресса – 0,92.</p>	Пресс валковый проходного типа для подпрессовки волокнистого ков-ра.
16	<p>Ширина обрезной готовой плиты – 1830 мм (ширина брикета – 1870 мм); Толщина обрезной нешлифованной плиты – 19,2 мм (толщина брикета после подпрессовки – 80 мм); Скорость движения формирующего конвейера – 16 м/мин; Коэффициент использования пресса – 0,92.</p>	Пресс гусеничный проходного типа для подпрессовки стружечного ков-ра.
17	<p>Длина обрезной готовой плиты – 5550 мм (длина брикета – 5650 мм); Ширина обрезной готовой плиты – 1830 мм (ширина брикета – 1850 мм); Толщина обрезной нешлифованной плиты – 19,5 мм (толщина брикета после подпрессовки – 77 мм); Продолжительность подпрессовки – 20 с; Коэффициент использования пресса – 0,91.</p>	Пресс одноэтаж-ный периодиче-ского действия для подпрессовки стружечного бри-кета.
18	<p>Ширина обрезной готовой плиты – 1830 мм (ширина брикета – 1870 мм); Толщина обрезной нешлифованной плиты – 25,0 мм (толщина брикета после подпрессовки – 80 мм); Скорость движения формирующего конвейера – 18 м/мин; Коэффициент использования пресса – 0,92.</p>	Пресс валковый проходного типа для подпрессовки стружечного ков-ра.

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 5.1	Примечание
1	2	3
19	Ширина обрезной готовой плиты – 1830 мм (ширина брикета – 1870 мм); Толщина обрезной нешлифованной плиты – 17,2 мм (толщина брикета после подпрессовки – 75 мм); Скорость движения формирующего конвейера – 14 м/мин; Коэффициент использования прессы – 0,90.	Пресс гусеничный проходного типа для подпрессовки стружечного ков-ра.
20	Длина обрезной готовой плиты – 5550 мм (длина брикета – 5650 мм); Ширина обрезной готовой плиты – 1830 мм (ширина брикета – 1850 мм); Толщина обрезной нешлифованной плиты – 17,5 мм (толщина брикета после подпрессовки – 70 мм); Продолжительность подпрессовки – 22 с; Коэффициент использования прессы – 0,91.	Пресс одноэтаж-ный периодиче-ского действия для подпрессовки стружечного бри-кета.
21	Ширина обрезной готовой плиты – 1830 мм (ширина брикета – 1870 мм); Толщина обрезной нешлифованной плиты – 27,0 мм (толщина брикета после подпрессовки – 80 мм); Скорость движения формирующего конвейера – 14 м/мин; Коэффициент использования прессы – 0,92.	Пресс валковый проходного типа для подпрессовки стружечного ков-ра.
22	Длина обрезной готовой плиты – 5500 мм (длина брикета – 5550 мм); Ширина обрезной готовой плиты – 2400 мм (ширина брикета – 2490 мм); Толщина обрезной нешлифованной плиты – 26,2 мм (толщина брикета после подпрессовки – 78 мм); Продолжительность подпрессовки – 23 с; Коэффициент использования прессы – 0,90.	Пресс двухэтаж-ный периодиче-ского действия для подпрессовки стружечного бри-кета.

ЗАДАНИЕ № 5.2

Определить основные параметры пресса периодического действия (номинальное усилие пресса, удельное давления на прессуемый брикет, эффективное усилие пресса, расход рабочей жидкости; производительность насосов пресса; скорость рабочего хода плунжера пресса) при следующих **ИСХОДНЫХ ДАННЫХ**

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 5.2	Примечание
1	2	3
1	Длина обрезной готовой плиты – 3550 мм; Ширина обрезной готовой плиты – 1830 мм; Толщина обрезной нешлифованной плиты – 19,5 мм; Продолжительность подпрессовки – 28 с; Число рабочих цилиндров – 6 шт; Диаметр рабочих цилиндров – 460 мм; Высота рабочего промежутка – 400 мм; Рабочее давление в цилиндрах – 10 МПа; Время смыкания пресса – 4 с; Коэффициент полезного действия пресса – 0,87.	Пресс одноэтажный периодического действия модель ПР-5 для подпрессовки стружечного брикета. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].
2	Длина обрезной готовой плиты – 5650 мм; Ширина обрезной готовой плиты – 1850 мм; Толщина обрезной нешлифованной плиты – 19,5 мм; Продолжительность подпрессовки – 20 с; Число рабочих цилиндров – 10 шт; Диаметр рабочих цилиндров – 460 мм; Высота рабочего промежутка – 300 мм; Рабочее давление в цилиндрах – 25 МПа; Время смыкания пресса – 2,5 с; Коэффициент полезного действия пресса – 0,92.	Пресс одноэтажный периодического действия модель 4270 (фирмы «Диффенбахер») для подпрессовки стружечного брикета. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].
3	Длина обрезной готовой плиты – 3550 мм; Ширина обрезной готовой плиты – 1830 мм; Толщина обрезной нешлифованной плиты – 19,5 мм; Продолжительность подпрессовки – 28 с; Число рабочих цилиндров – 6 шт; Диаметр рабочих цилиндров – 460 мм; Высота рабочего промежутка – 400 мм; Рабочее давление в цилиндрах – 17 МПа; Время смыкания пресса – 3 с; Коэффициент полезного действия пресса – 0,87.	Пресс одноэтажный периодического действия модель ПР-5М для подпрессовки стружечного брикета. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].
4	Длина обрезной готовой плиты – 5550 мм; Ширина обрезной готовой плиты – 2490 мм; Число рабочих цилиндров – 16 шт; Диаметр рабочих цилиндров – 480 мм; Высота рабочего промежутка – 230 мм; Рабочее давление в цилиндрах – 29,4 МПа; Время смыкания пресса – 2,2 с; Коэффициент полезного действия пресса – 0,92.	Пресс двухэтажный периодического действия модель ДУО для подпрессовки стружечного брикета. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 5.2	Примечание
1	2	3
5	Длина обрезной готовой плиты – 3600 мм; Ширина обрезной готовой плиты – 1830 мм; Число рабочих цилиндров – 8 шт; Диаметр рабочих цилиндров – 460 мм; Высота рабочего промежутка – 250 мм; Рабочее давление в цилиндрах – 32 МПа; Время смыкания пресса – 2,6 с; Коэффициент полезного действия пресса – 0,90.	Пресс одноэтажный периодического действия модель Д-4045 с возвратно-поступательным движением для подпрессовки стружечного брикета. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].
6	Длина обрезной готовой плиты – 3600 мм; Ширина обрезной готовой плиты – 1830 мм; Число рабочих цилиндров – 12 шт; Диаметр рабочих цилиндров – 460 мм; Высота рабочего промежутка – 250 мм; Рабочее давление в цилиндрах – 32 МПа; Время смыкания пресса – 2,5 с; Коэффициент полезного действия пресса – 0,90.	Пресс одноэтажный периодического действия модель Д-4046 с возвратно-поступательным движением для подпрессовки стружечного брикета. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].
7	Длина обрезной готовой плиты – 6100 мм; Ширина обрезной готовой плиты – 1850 мм; Число рабочих цилиндров – 14 шт; Диаметр рабочих цилиндров – 370 мм; Высота рабочего промежутка – 250 мм; Рабочее давление в цилиндрах – 30 МПа; Время смыкания пресса – 2,6 с; Коэффициент полезного действия пресса – 0,90.	Пресс одноэтажный периодического действия модель 4000EP (фирмы «Раума-Репола») с возвратно-поступательным движением для подпрессовки стружечного брикета. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].
8	Длина обрезной готовой плиты – 5550 мм; Ширина обрезной готовой плиты – 2490 мм; Число рабочих цилиндров – 16 шт; Диаметр рабочих цилиндров – 480 мм; Высота рабочего промежутка – 230 мм; Рабочее давление в цилиндрах – 25,0 МПа; Время смыкания пресса – 2,6 с; Коэффициент полезного действия пресса – 0,92.	Пресс двухэтажный периодического действия модель ДУО для подпрессовки стружечного брикета. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].
9	Длина обрезной готовой плиты – 3550 мм; Ширина обрезной готовой плиты – 1830 мм; Продолжительность подпрессовки – 28 с; Число рабочих цилиндров – 6 шт; Диаметр рабочих цилиндров – 460 мм; Высота рабочего промежутка – 400 мм; Рабочее давление в цилиндрах – 10 МПа; Время смыкания пресса – 3 с; Коэффициент полезного действия пресса – 0,87.	Пресс одноэтажный периодического действия модель ПР-5 для подпрессовки стружечного брикета. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 5.2	Примечание
1	2	3
10	Длина обрезной готовой плиты – 3550 мм; Ширина обрезной готовой плиты – 1830 мм; Число рабочих промежутков – 15; Число рабочих цилиндров – 6 шт; Диаметр рабочих цилиндров – 480 мм; Высота рабочего промежутка – 90 мм; Рабочее давление в цилиндрах – 19,6 МПа; Время смыкания пресса – 3 с; Коэффициент полезного действия пресса – 0,90.	Пресс многоэтажный периодического действия модель ПР-6 для прессования ДСтП. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].
11	Длина обрезной готовой плиты – 3550 мм; Ширина обрезной готовой плиты – 1830 мм; Число рабочих промежутков – 17; Число рабочих цилиндров – 6 шт; Диаметр рабочих цилиндров – 480 мм; Высота рабочего промежутка – 85 мм; Рабочее давление в цилиндрах – 19,6 МПа; Время смыкания пресса – 3 с; Коэффициент полезного действия пресса – 0,91.	Пресс многоэтажный периодического действия модель ПР-6А для прессования ДСтП. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].
12	Длина обрезной готовой плиты – 3550 мм; Ширина обрезной готовой плиты – 1830 мм; Число рабочих промежутков – 17; Число рабочих цилиндров – 6 шт; Диаметр рабочих цилиндров – 500 мм; Высота рабочего промежутка – 160 мм; Рабочее давление в цилиндрах – 19,6 МПа; Время смыкания пресса – 3 с; Коэффициент полезного действия пресса – 0,92.	Пресс многоэтажный периодического действия модель Д4743 для прессования ДСтП. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].
13	Длина обрезной готовой плиты – 3800 мм; Ширина обрезной готовой плиты – 2040 мм; Число рабочих промежутков – 10; Число рабочих цилиндров – 6 шт; Диаметр рабочих цилиндров – 500 мм; Высота рабочего промежутка – 160 мм; Рабочее давление в цилиндрах – 31,0 МПа; Время смыкания пресса – 2,5 с; Коэффициент полезного действия пресса – 0,92.	Пресс многоэтажный периодического действия модель Д4743Б для прессования ДСтП. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].
14	Длина обрезной готовой плиты – 3800 мм; Ширина обрезной готовой плиты – 2100 мм; Число рабочих промежутков – 20; Число рабочих цилиндров – 6 шт; Диаметр рабочих цилиндров – 500 мм; Высота рабочего промежутка – 120 мм; Рабочее давление в цилиндрах – 31,5 МПа; Время смыкания пресса – 2,7 с; Коэффициент полезного действия пресса – 0,92.	Пресс многоэтажный периодического действия модель Д4744 для прессования ДСтП. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 5.2	Примечание
1	2	3
15	Длина обрезной готовой плиты – 3700 мм; Ширина обрезной готовой плиты – 2000 мм; Число рабочих промежутков – 16; Число рабочих цилиндров – 6 шт; Диаметр рабочих цилиндров – 500 мм; Высота рабочего промежутка – 110 мм; Рабочее давление в цилиндрах – 19,8 МПа; Время смыкания пресса – 2,4 с; Коэффициент полезного действия пресса – 0,92.	Пресс многоэтажный периодического действия модель Д4743Б (модернизированный) для прессования ДСтП. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].
16	Длина обрезной готовой плиты – 5620 мм; Ширина обрезной готовой плиты – 2230 мм; Число рабочих промежутков – 16; Число рабочих цилиндров – 19 шт; Диаметр рабочих цилиндров – 300 мм; Высота рабочего промежутка – 170 мм; Рабочее давление в цилиндрах – 25,0 МПа; Время смыкания пресса – 2,6 с; Коэффициент полезного действия пресса – 0,92.	Пресс многоэтажный периодического действия модель ХпУг 3580 (фирмы «Диффенбахер») для прессования ДСтП. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].
17	Длина обрезной готовой плиты – 5700 мм; Ширина обрезной готовой плиты – 2100 мм; Число рабочих промежутков – 16; Число рабочих цилиндров – 8 шт; Диаметр рабочих цилиндров – 440 мм; Высота рабочего промежутка – 200 мм; Рабочее давление в цилиндрах – 25,0 МПа; Время смыкания пресса – 2,3 с; Коэффициент полезного действия пресса – 0,92.	Пресс многоэтажный периодического действия модель Р-Р2600 Кп-16 (фирмы «Раума-Репола») для прессования ДСтП. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].
18	Длина обрезной готовой плиты – 5700 мм; Ширина обрезной готовой плиты – 3000 мм; Число рабочих промежутков – 22; Число рабочих цилиндров – 8 шт; Диаметр рабочих цилиндров – 500 мм; Высота рабочего промежутка – 200 мм; Рабочее давление в цилиндрах – 34,0 МПа; Время смыкания пресса – 2,8 с; Коэффициент полезного действия пресса – 0,92.	Пресс многоэтажный периодического действия (фирмы «Валмет») для прессования ДСтП. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].
19	Длина плиты пресса – 13,35 м; Ширина плиты пресса – 2,91 м; Число рабочих промежутков – 1; Число рабочих цилиндров – 24 шт; Диаметр рабочих цилиндров – 360 мм; Высота рабочего промежутка – 300 мм; Рабочее давление в цилиндрах – 25,0 МПа; Время смыкания пресса – 2,6 с; Коэффициент полезного действия пресса – 0,92.	Пресс одноэтажный периодического действия (фирмы «Диффенбахер») для прессования ДСтП. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 5.2	Примечание
1	2	3
20	Длина плиты пресса – 11,16 м; Ширина плиты пресса – 2,55 м; Число рабочих промежутков – 1; Число рабочих цилиндров – 26 шт; Диаметр рабочих цилиндров – 360 мм; Высота рабочего промежутка – 300 мм; Рабочее давление в цилиндрах – 25,0 МПа; Время смыкания пресса – 2,4 с; Коэффициент полезного действия пресса – 0,92.	Пресс одноэтажный периодического действия (фирмы «Диффенбахер») для прессования ДСтП. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].
21	Длина плиты пресса – 22,15 м; Ширина плиты пресса – 2,67 м; Число рабочих промежутков – 1; Число рабочих цилиндров – 28 шт; Диаметр рабочих цилиндров – 530 мм; Высота рабочего промежутка – 300 мм; Рабочее давление в цилиндрах – 30,0 МПа; Время смыкания пресса – 2,2 с; Коэффициент полезного действия пресса – 0,92.	Пресс одноэтажный периодического действия (фирмы «Зимпелькамп») для прессования ДСтП. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].
22	Длина плиты пресса – 19,0 м; Ширина плиты пресса – 2,73 м; Число рабочих промежутков – 1; Число рабочих цилиндров – 64 шт; Диаметр рабочих цилиндров – 330 мм; Высота рабочего промежутка – 220 мм; Рабочее давление в цилиндрах – 32,0 МПа; Время смыкания пресса – 2,3 с; Коэффициент полезного действия пресса – 0,92.	Пресс одноэтажный периодического действия (фирмы «Раума-Репола») для прессования ДСтП. Недостающие данные принять из справочной литературы [3].

ЗАДАНИЕ № 5.3

Определить мощность привода пресса проходного действия при следующих исходных данных

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 5.3	Примечание
1	2	3
1	Длина пресса – 10 м; Ширина (рабочая) пресса – 2,8 м; Скорость прессования (подпрессовки) – 8 м/мин; Давление прессования (подпрессовки) – 2,4 МПа; Масса 1 п.м стальной ленты – 34 кг; Масса 1 п.м ковра – 29 кг; Толщина ковра на выходе из пресса – 80 мм; Коэффициент полезного действия пресса – 0,94.	Пресс ленточный для подпрессовки стружечного ковра (рис. 5.12). Недостающие данные принять из справочной литературы.
2	Длина пресса – 12 м; Ширина (рабочая) пресса – 2,55 м; Скорость прессования (подпрессовки) – 4 ... 9 м/мин; Давление прессования (подпрессовки) – 2,1 МПа; Масса 1 п.м стальной ленты – 35 кг; Масса 1 п.м ковра – 25 кг; Толщина ковра на выходе из пресса – 90 мм; Толщина ковра на входе в пресс – 280 мм; Коэффициент полезного действия пресса – 0,92.	Пресс ленточный для подпрессовки стружечного ковра (рис. 5.12). Недостающие данные принять из справочной литературы.
3	Длина пресса – 14 м; Ширина (рабочая) пресса – 2,6 м; Скорость прессования (подпрессовки) – 5 ... 8 м/мин; Давление прессования (подпрессовки) – 2,2 МПа; Масса 1 п.м стальной ленты – 36 кг; Масса 1 п.м ковра – 27 кг; Толщина ковра на выходе из пресса – 80 мм; Толщина ковра на входе в пресс – 260 мм; Коэффициент полезного действия пресса – 0,92.	Пресс ленточный для подпрессовки стружечного ковра (рис. 5.12). Недостающие данные принять из справочной литературы.
4	Длина пресса – 18 м; Ширина (рабочая) пресса – 2,57 м; Скорость прессования (подпрессовки) – 10 м/мин; Давление прессования (подпрессовки) – 2,1 МПа; Масса 1 п.м стальной ленты – 37 кг; Масса 1 п.м ковра – 30 кг; Толщина ковра на выходе из пресса – 100 мм; Толщина ковра на входе в пресс – 300 мм; Коэффициент полезного действия пресса – 0,92.	Пресс ленточный для подпрессовки стружечного ковра (рис. 5.12). Недостающие данные принять из справочной литературы.
5	Длина пресса – 11 м; Ширина (рабочая) пресса – 2,8 м; Скорость прессования (подпрессовки) – 7 м/мин; Давление прессования (подпрессовки) – 2,2 МПа; Масса 1 п.м стальной ленты – 35 кг; Масса 1 п.м ковра – 25 кг; Коэффициент полезного действия пресса – 0,92.	Пресс ленточный для подпрессовки стружечного ковра (рис. 5.12). Недостающие данные принять из справочной литературы.

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 5.3	Примечание
1	2	3
6	<p>Скорость подачи плит в прессе – 10 м/мин; Ширина (рабочая) пресса – 1,3 м; Радиус вальцов – 200 мм; Сила прижима в зоне трения вальцов: - на первой паре – 500 Н/см, - на второй паре – 1000 Н/см, - на третьей паре – 500 Н/см; Плотность облицовываемой плиты – 640 кг/м³; Толщина облицовываемой плиты – 32 мм; Модуль упругости древесной плиты – 4500 МПа; Коэффициент полезного действия пресса – 0,86.</p>	<p>Пресс вальцовый для облицовывания древесных плит методом каширования (рис. 5.13). Недостающие данные принять из справочной литературы.</p>
7	<p>Скорость подачи плит в прессе – 20 м/мин; Ширина (рабочая) пресса – 1,83 м; Радиус вальцов – 200 мм; Сила прижима в зоне трения вальцов: - на первой паре – 600 Н/см, - на второй паре – 1200 Н/см, - на третьей паре – 600 Н/см; Плотность облицовываемой плиты – 720 кг/м³; Толщина облицовываемой плиты – 16 мм; Модуль упругости древесной плиты – 5500 МПа; Коэффициент полезного действия пресса – 0,86.</p>	<p>Пресс вальцовый для облицовывания древесных плит методом каширования (рис. 5.13). Недостающие данные принять из справочной литературы.</p>
8	<p>Скорость подачи плит в прессе – 30 м/мин; Ширина (рабочая) пресса – 2,2 м; Радиус вальцов – 200 мм; Сила прижима в зоне трения вальцов: - на первой паре – 500 Н/см, - на второй паре – 1000 Н/см, - на третьей паре – 500 Н/см; Плотность облицовываемой плиты – 700 кг/м³; Толщина облицовываемой плиты – 18 мм; Модуль упругости древесной плиты – 5000 МПа; Коэффициент полезного действия пресса – 0,86.</p>	<p>Пресс вальцовый для облицовывания древесных плит методом каширования (рис. 5.13). Недостающие данные принять из справочной литературы.</p>
9	<p>Скорость подачи плит в прессе – 50 м/мин; Ширина (рабочая) пресса – 2,1 м; Радиус вальцов – 300 мм; Сила прижима в зоне трения вальцов: - на первой паре – 600 Н/см, - на второй паре – 1000 Н/см, - на третьей паре – 600 Н/см; Плотность облицовываемой плиты – 740 кг/м³; Толщина облицовываемой плиты – 19 мм; Модуль упругости древесной плиты – 5100 МПа; Коэффициент полезного действия пресса – 0,86.</p>	<p>Пресс вальцовый для облицовывания древесных плит методом каширования (рис. 5.13). Недостающие данные принять из справочной литературы.</p>

№ вари- анта	Исходные данные для выполнения задания № 5.3	Примечание
1	2	3
10	<p>Скорость подачи плит в прессе – 45 м/мин; Ширина (рабочая) пресса – 1,85 м; Радиус вальцов – 200 мм; Сила прижима в зоне трения вальцов: - на первой паре – 400 Н/см, - на второй паре – 1200 Н/см, - на третьей паре – 600 Н/см; Плотность облицовываемой плиты – 730 кг/м³; Толщина облицовываемой плиты – 16 мм; Модуль упругости древесной плиты – 5200 МПа; Коэффициент полезного действия пресса – 0,86.</p>	<p>Пресс вальцовый для облицовывания древесных плит методом каширования (рис. 5.13). Недостающие данные принять из справочной литературы.</p>
11	<p>Скорость подачи плит в прессе – 50 м/мин; Ширина (рабочая) пресса – 2,2 м; Радиус вальцов – 400 мм; Сила прижима в зоне трения вальцов: - на первой паре – 500 Н/см, - на второй паре – 1000 Н/см, - на третьей паре – 500 Н/см; Плотность облицовываемой плиты – 670 кг/м³; Толщина облицовываемой плиты – 25 мм; Модуль упругости древесной плиты – 4800 МПа; Коэффициент полезного действия пресса – 0,86.</p>	<p>Пресс вальцовый для облицовывания древесных плит методом каширования (рис. 5.13). Недостающие данные принять из справочной литературы.</p>
12	<p>Скорость подачи плит в прессе – 30 м/мин; Ширина (рабочая) пресса – 1,3 м; Радиус первой пары вальцов – 400 мм; Радиус второй и третьей пары вальцов – 300 мм; Сила прижима в зоне трения вальцов: - на первой паре – 400 Н/см, - на второй паре – 1100 Н/см, - на третьей паре – 500 Н/см; Плотность облицовываемой плиты – 690 кг/м³; Толщина облицовываемой плиты – 22 мм; Модуль упругости древесной плиты – 5000 МПа; Коэффициент полезного действия пресса – 0,86.</p>	<p>Пресс вальцовый для облицовывания древесных плит методом каширования (рис. 5.13). Недостающие данные принять из справочной литературы.</p>
13	<p>Скорость подачи плит в прессе – 42 м/мин; Ширина (рабочая) пресса – 1,55 м; Радиус первой пары вальцов – 300 мм; Радиус второй и третьей пары вальцов – 200 мм; Сила прижима в зоне трения вальцов: - на первой паре – 500 Н/см, - на второй паре – 1200 Н/см, - на третьей паре – 500 Н/см; Плотность облицовываемой плиты – 700 кг/м³; Толщина облицовываемой плиты – 12 мм; Модуль упругости древесной плиты – 5200 МПа.</p>	<p>Пресс вальцовый для облицовывания древесных плит методом каширования (рис. 5.13). Недостающие данные принять из справочной литературы.</p>

№ вари- анта	Исходные данные для выполнения задания № 5.3	Примечание
1	2	3
14	Длина пресса – 15 м; Ширина (рабочая) пресса – 2,8 м; Скорость прессования – 8 м/мин; Давление прессования – 3,4 МПа; Масса 1 п.м стальной ленты – 30 кг; Масса 1 п.м ковра – 28 кг; Толщина плиты на выходе из пресса – 16 мм; Коэффициент полезного действия пресса – 0,94.	Пресс ленточный для прессования стружечного ковра (рис. 5.14). Недостающие данные принять из справочной литературы.
15	Длина пресса – 23 м; Ширина (рабочая) пресса – 2,45 м; Скорость прессования – 12 м/мин; Давление прессования – 3,8 МПа; Масса 1 п.м стальной ленты – 30 кг; Масса 1 п.м ковра – 26 кг; Коэффициент полезного действия пресса – 0,94.	Пресс ленточный для прессования стружечного ковра (рис. 5.14). Недостающие данные принять из справочной литературы.
16	Длина пресса – 14 м; Ширина (рабочая) пресса – 1,4 м; Скорость прессования – 10 м/мин; Давление прессования – 3,2 МПа; Масса 1 п.м стальной ленты – 30 кг; Масса 1 п.м ковра – 20 кг; Коэффициент полезного действия пресса – 0,94.	Пресс ленточный для прессования волокнистого ковра (рис. 5.14). Недостающие данные принять из справочной литературы.
17	Длина пресса – 14 м; Ширина (рабочая) пресса – 1,2 м; Скорость прессования – 15 м/мин; Давление прессования – 3,4 МПа; Масса 1 п.м стальной ленты – 30 кг; Масса 1 п.м ковра – 21 кг; Коэффициент полезного действия пресса – 0,92.	Пресс ленточный для прессования волокнистого ковра (рис. 5.14). Недостающие данные принять из справочной литературы.
18	Длина пресса – 16 м; Ширина (рабочая) пресса – 2,4 м; Скорость прессования – 10 м/мин; Давление прессования – 3,6 МПа; Масса 1 п.м стальной ленты – 30 кг; Масса 1 п.м ковра – 29 кг; Коэффициент полезного действия пресса – 0,94.	Пресс ленточный для прессования волокнистого ковра (рис. 5.14). Недостающие данные принять из справочной литературы.
19	Длина пресса – 16 м; Ширина (рабочая) пресса – 1,85 м; Скорость прессования – 9 м/мин; Давление прессования – 3,5 МПа; Масса 1 п.м стальной ленты – 30 кг; Масса 1 п.м ковра – 27 кг; Коэффициент полезного действия пресса – 0,94.	Пресс ленточный для прессования волокнистого ковра (рис. 5.14). Недостающие данные принять из справочной литературы.

№ варианта	Исходные данные для выполнения задания № 5.3	Примечание
1	2	3
20	Длина пресса – 14 м; Ширина (рабочая) пресса – 2,6 м; Скорость прессования – 6 м/мин; Давление прессования – 3,4 МПа; Масса 1 п.м стальной ленты – 30 кг; Масса 1 п.м ковра – 32 кг; Толщина плиты на выходе из пресса – 23 мм; Коэффициент полезного действия пресса – 0,94.	Пресс ленточный для прессования стружечного ковра (рис. 5.14). Недостающие данные принять из справочной литературы.
21	Длина пресса – 14 м; Ширина (рабочая) пресса – 1,2 м; Скорость прессования – 12 м/мин; Давление прессования – 3,7 МПа; Масса 1 п.м стальной ленты – 30 кг; Масса 1 п.м ковра – 25 кг; Коэффициент полезного действия пресса – 0,92.	Пресс ленточный для прессования волокнистого ковра (рис. 5.14). Недостающие данные принять из справочной литературы.
22	Длина пресса – 20 м; Ширина (рабочая) пресса – 2,45 м; Скорость прессования – 10 м/мин; Давление прессования – 3,6 МПа; Масса 1 п.м стальной ленты – 30 кг; Масса 1 п.м ковра – 28 кг; Коэффициент полезного действия пресса – 0,94.	Пресс ленточный для прессования стружечного ковра (рис. 5.14). Недостающие данные принять из справочной литературы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карасёв Е. И., Каменков С. Д. Оборудование предприятий для производства древесных плит: Учебник. – М.: МГУЛ, 2007.- 319 с.
2. Баженов В. А., Карасёв Е. И., Мерсов Е. Д. Технология и оборудование производства древесных плит и пластиков: Учебник для техникумов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Экология, 1992. – 416 с.
3. Справочник по производству древесностружечных плит/ И. А. Отлев, Ц. Б. Штейнберг, Л. С. Отлева, Ю. А. Бова, Н. И. Жуков, Г. И. Конаш. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Лесная пром-ть, 1990. – 384 с.
4. Справочник по производству фанеры/ Веселов А. А., Галюк Л. Г., Доронин Ю. Г. и др.: под ред. канд. техн. наук Н. В. Качалина. – М.: Лесная промышленность, 1984. – 432 с.
5. Ребрин С. П., Мерсов Е. Д., Евдокимов В. Г. Технология древесноволокнистых плит. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Лесная промышленность, 1982. – 272 с.
6. Тарасенко В. М., Вихрева В. В. Оборудование мебельного производства. – М.: Лесная промышленность, 1986. – 304 с.
7. Александров А. Н., Козорис Г. Ф. Пневмотранспорт и пылеулавливающие сооружения на деревообрабатывающих предприятиях. Справочник под ред. Александров А. Н. – М.: Лесная промышленность, 1988. – 248 с.
8. Волынский В. Н. Технология древесных плит и композиционных материалов: Учебно-справочное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 336 с.
9. Карасёв Е. И. Оборудование предприятий для производства древесных плит. Учебное пособие. – М.: МГУЛ, 2008.
10. Карасёв Е. И., Никитин А. А. Оборудование предприятий. Учебное пособие по курсовому проектированию.- М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2011.
11. Никитин А. А., Семочкин Ю. А. Лабораторный практикум по дисциплине "Оборудование предприятий ". Учебное пособие.- М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2006.
12. Кохреидзе М. В., Карасёв Е. И. Прессы непрерывного действия для древесных плитных материалов. Учебное пособие.- М.: МГУЛ, 1995.
13. Карасёв Е. И., Кохреидзе М. В., Никитин А. А. Прессы непрерывного действия для древесных плитных материалов. Учебное пособие – М.: МГУЛ, 2005.
14. Пучков Б. В. Измельчение сырья в производстве древесных плит. Учебное пособие. - М.: МГУЛ, 2008.
15. Тришин С. П. Технология древесных плит. Учебное пособие. - М.: МГУЛ, 2006 г. -188с.: ил 87.
16. Леонович А. А. Технология древесных плит: прогрессивные решения: Учеб. пособие. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2005. – 208 с.

17. Зенков Р. Л. и др. Машины непрерывного транспорта: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Подъемно-транспортные машины и оборудование» - 2-е изд., перераб. и дополненное – М.: Машиностроение, 1987. – 432 с.: ил.
18. ГОСТ 2.103-68 Единая система конструкторской документации. Стадии разработки.
19. ГОСТ 2.701-2008 Единая система конструкторской документации. Схемы. Виды и типы. Общие требования к разработке.
20. ГОСТ 2.703-68 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения кинематических схем.
21. ГОСТ 2.704-76 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения гидравлических и пневматических схем.
22. ГОСТ 2.780-68 Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические. Элементы гидравлических и пневматических схем.
23. ГОСТ Р 15.000-94 Система разработки и постановки продукции на производство. Общие положения.
24. ГОСТ 15.201-2000 Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство.
25. ГОСТ 12.2.026.0-93 Оборудование деревообрабатывающее. Требования безопасности к конструкции.
26. ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
27. ГОСТ 12.2.022-80 Система стандартов безопасности труда. Конвейеры. Общие требования безопасности.
28. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
29. ГОСТ 12.2.033-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.
30. ГОСТ 12.2.061-81 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.
31. ГОСТ 25166-82 Машины для целлюлозно-бумажной промышленности. Требования безопасности.
32. ГОСТ 25223-82 Оборудование деревообрабатывающее. Общие технические условия.
33. www.grecon.ru
34. www.ima-rus.ru

35. www.barberan.com
36. www.siempelkamp.com
37. www.dieffenbacher.ru
38. www.hombak.de
39. www.maier-online.com
40. www.pallmann.de
41. www.friz.biz

Коэффициент полезного действия передач в одной ступени

Вид передачи	КПД
1	2
Одноступенчатый редуктор	0,97
Двухступенчатый редуктор	0,94
Трехступенчатый редуктор	0,94
Зубчатая	0,92
Цилиндрическая:	0,92
открытая	0,93
закрытая	0,98
Коническая:	
открытая	0,88
закрытая	0,92
Червячная:	
с двухходовым червяком	0,75
с одноходовым червяком	0,65
Цепная	0,92 ... 0,96
Плоскоременная, клиноременная	0,94 ... 0,95
Фрикционная	0,85 ... 0,95
Блоки	0,96 ... 0,98
Вариаторы	0,92 ... 0,95
Муфты:	
шарнирные	0,07 ... 0,99
зубчатая	0,99
втулочно-пальцевые	0,99
фрикционные	0,85 ... 0,95
Барабаны	0,98 ... 0,99
Подшипники трения качения (для одной пары)	0,98 ... 0,995
Подшипники трения скольжения (для одной пары)	0,95 ... 0,97
Вал на подшипниках качения	0,98
Приводной орган (звездочка, барабан, шкив)	0,96

Насыпная плотность древесных частиц, кг/м³

Вид древесных частиц	Влажность древесных частиц, %	Насыпная плотность древесных частиц, кг/м ³
1	2	3
Технологическая щепа хвойных пород	70	260
	90...100	300
	120	360
Резаная стружка от станка с ножевым валом (ДС-6, Хомбак и др.)	80	150 ... 200
	3 ... 4	80 ... 120
Резаная стружка от центробежных стружечных станков (ДС-5, ДО-7, «Пальман» и др.)	80	110 ... 150
	3 ... 4	80 ... 120
Мелкие древесные частицы от мельниц	80	130 ... 140
	3 ... 4	80 ... 120
Мельчайшие древесные частицы - микростружка	3 ... 4	120 ... 180
Технологическая пыль от специальной резанной стружки	3 ... 4	140 ... 150
Шлифованная пыль	3 ... 4	150 ... 180
Опилки от лесопильных рам	80	150 ... 200
	3 ... 4	100 ... 120
Стружка-отходы от строгальных и фрезерных станков	10	50 ... 110
Волокнистые частицы из специальной резаной стружки	3 ... 4	80 ... 130
Волокно древесное, сухое	3 ... 4	30 ... 40

Коэффициенты трения материалов

Материалы	Кинематический (трение скольжения)	Статический (трение покоя)
1	2	3
Сталь по стали	0,15	–
Сталь по чугуну	0,18	–
Чугун по стали	0,17	–
Алюминий по стали	0,20	–
Алюминий по чугуну	0,18	–
Алюминий по алюминию	0,20	0,30
Латунь по стали	0,18	–
Латунь по чугуну	0,20	–
Резина по чугуну	0,80	–
Кожа по стали	0,60	–
Древесно-стружечная плита		
Ламинированная по стали	0,17	0,25
Ламинированная по чугуну	0,18	0,30
Ламинированная по ламинированной плите	0,16	0,23
Шлифованная по стали	0,26	0,31
Шлифованная по чугуну	0,30	0,40
Шлифованная по алюминию	0,35	0,37
Шлифованная по шлифованной плите	0,23	0,30
Нешлифованная по стали	0,16	0,21
Нешлифованная по чугуну	0,23	0,31
Нешлифованная по алюминию	0,24	0,28
Древесноволокнистая плита		
Гладкая сторона по гладкой	0,25	0,30

Продолжение приложения 3

1	2	3
Гладкая сторона по сетчатой	0,23	0,31
Сетчатая сторона по гладкой	0,22	0,37
Сетчатая сторона по сетчатой	0,40	0,50
Древесное волокно		
Сухое по стали	0,20	–
Сухое по чугуну	0,25	–
Сухое по алюминию	0,20	–
Мокрое по стали	0,34	–
Мокрое по чугуну	0,42	–
Мокрое по алюминию	0,35	–
Древесные частицы		
Сухие по стали	0,18	–
Сухие по алюминию	0,17	–
Сухие по резине	0,57	–
Осмоленные частицы (10%) по стали	0,18	–
Осмоленные частицы (10%) по алюминию	0,18	–
Осмоленные частицы (10%) по резине	0,66	–
Осмоленные частицы (15%) по стали	0,20	–
Осмоленные частицы (15%) по алюминию	0,20	–
Осмоленные частицы (15%) по резине	0,70	–
Металлическая сетка		
Сухая по стали	0,15	0,18
Сухая по чугуну	0,16	0,20
Сухая по алюминию	0,14	0,16
Сухая по резине	0,30 ... 0,40	–

Продолжение приложения 3

1	2	3
Мокрая по стали	0,16	0,17
Мокрая по чугуну	0,24	0,28
Мокрая по алюминию	0,14	0,17
Мокрая по резине	0,35 ... 0,42	–