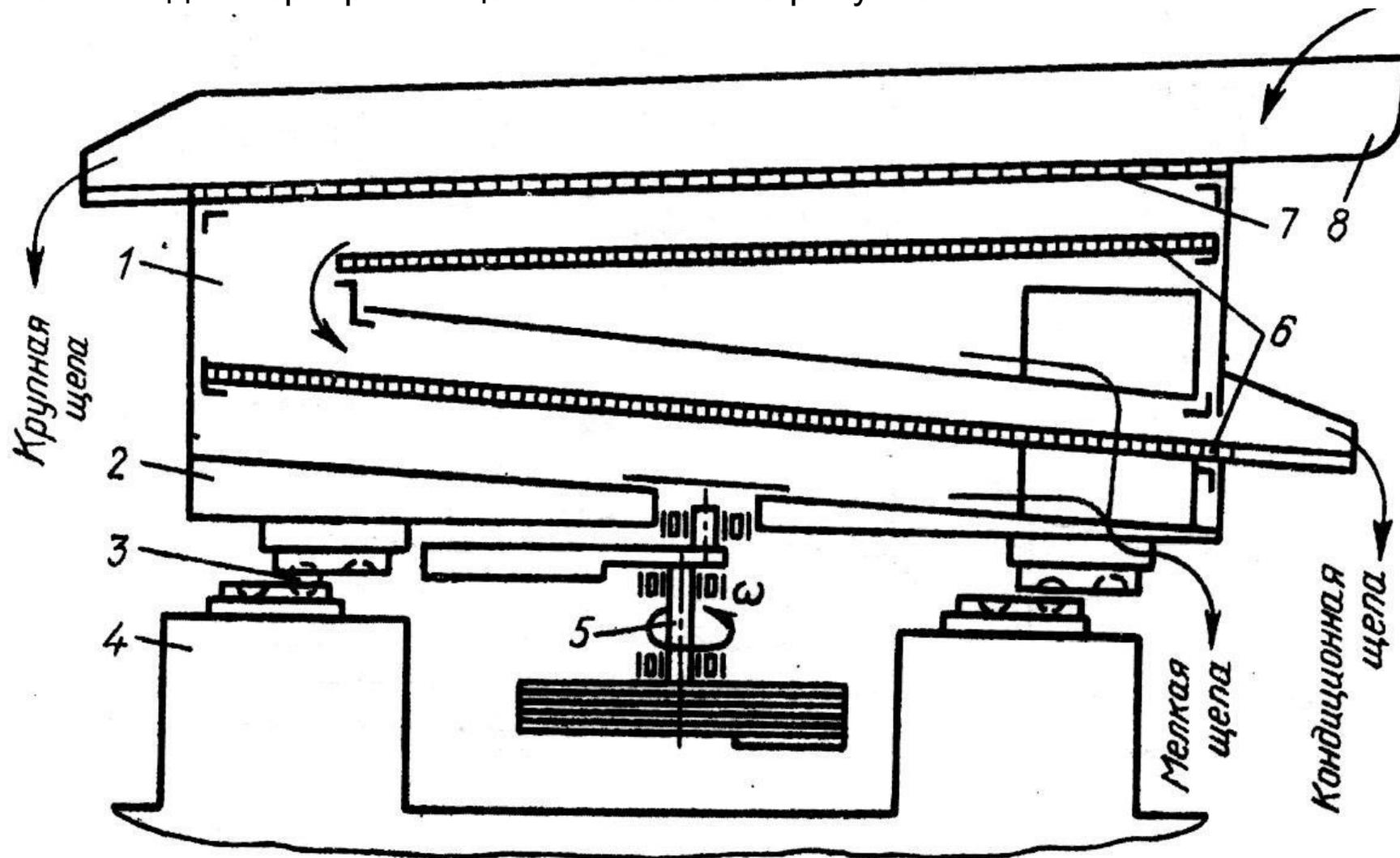


# **СОРТИРОВКА, ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТ ЩЕЛЫ**

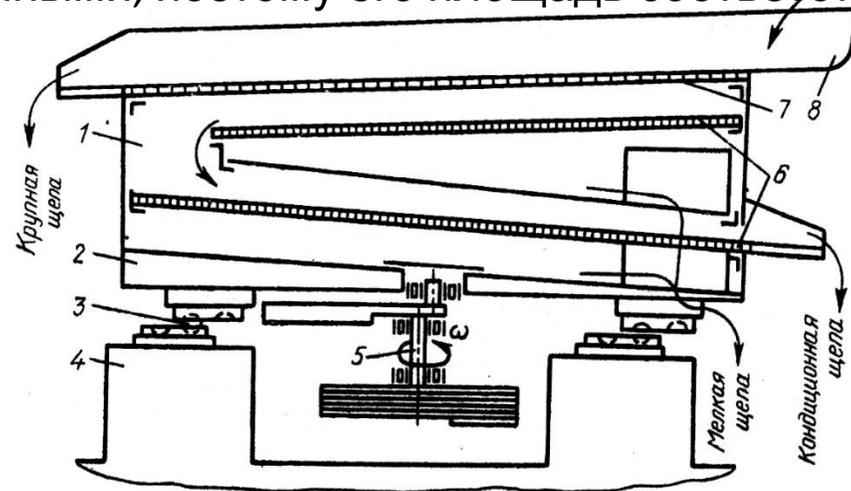
## СОРТИРОВКА ЩЕПЫ

При выработке технологической щепы наряду с кондиционной фракцией образуются крупные и мелкие частицы, размеры которых не соответствуют требованиям стандарта. Для удаления некондиционных частиц щепу сортируют.

Устройство машины для сортировки щепы показано на рисунке.



Рабочим органом машины являются сита 6 и 7, которые установлены в подвижном коробе 1. Сита расположены одно над другим таким образом, чтобы щепа просеивалась и последовательно разделялась на фракции от крупной до мелкой. Под нижним ситом устанавливают поддон для сбора мелкой щепы и опилок. Массивная опорная рама 2 машины смонтирована на четырех шаровых опорах 3, которые опираются на фундамент 4. Привод машины осуществляется от электродвигателя через клиноременную передачу и эксцентриковый вал 5 с противовесом. Благодаря такому приводу и шаровым опорам короб 1 с ситами 6 и 7 совершает круговое движение в горизонтальной плоскости с амплитудой 50—100 мм. Сортируемая щепа через загрузочный лоток 8 поступает на верхнее сито 7 с крупными отверстиями. За счет центробежных сил, возникающих при круговом движении, щепа равномерно распределяется по всей поверхности сита. Кондиционные и мелкие частицы просеиваются, крупные постепенно перемещаются по наклонной поверхности сита и сходят с него на выносной лоток. Разделение оставшейся щепы на кондиционную и мелкую фракцию осуществляется ситом 6 с мелкими отверстиями. Мелкая щепа просеивается через сито и по лотку сыпается на выносной транспортер. Кондиционная щепа перемещается по поверхности сита в сторону уклона и поступает на выносной лоток. Производительность сита с мелкими отверстиями значительно меньше, чем с крупными, поэтому его площадь соответственно больше.

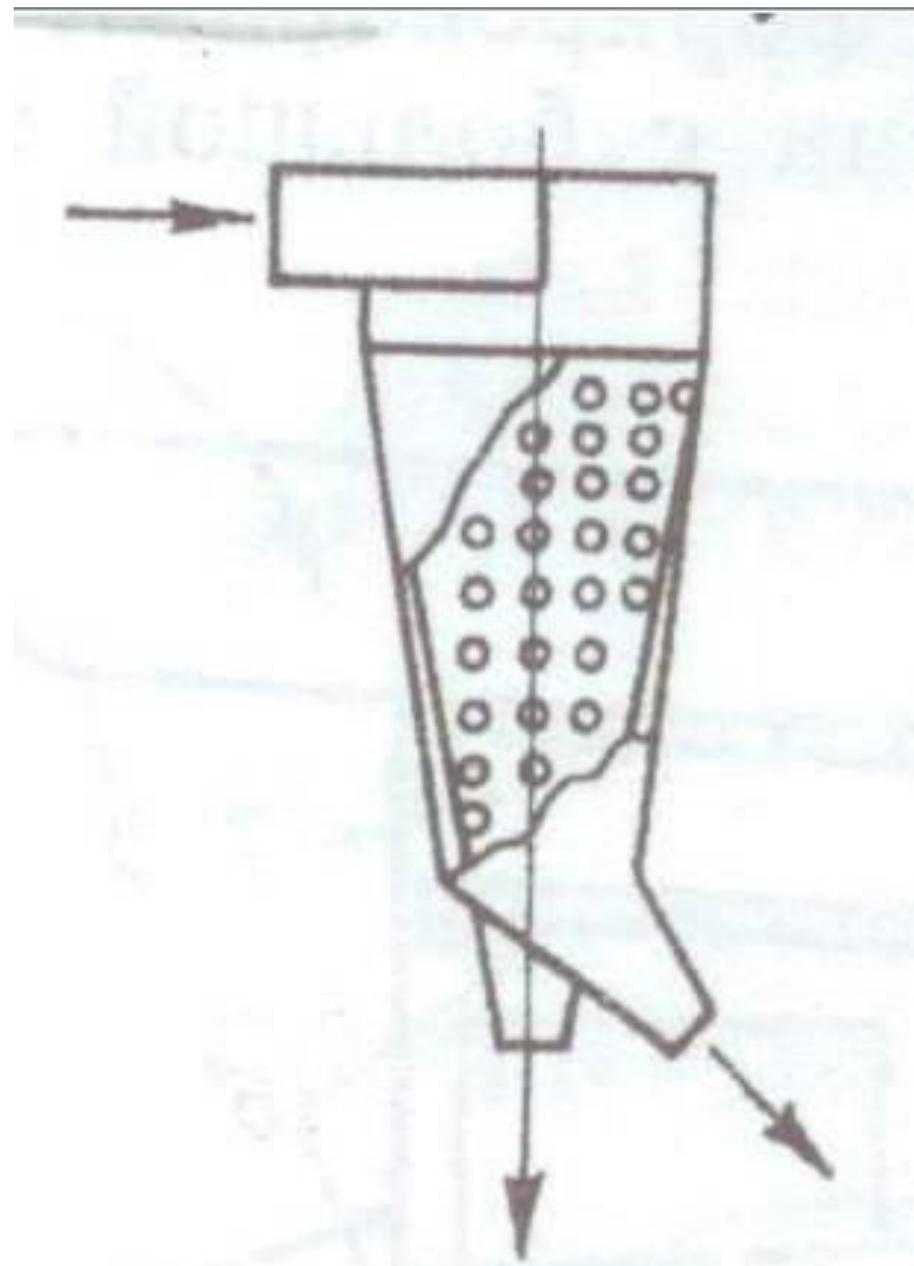


## Классификация сортировочных машин для щепы

осуществляется по способам перемещения частиц во время сортировки, конструктивным и технологическим признакам.

Перемещение щепы в процессе сортировки производится **пневматическим** или **механическим** способами.

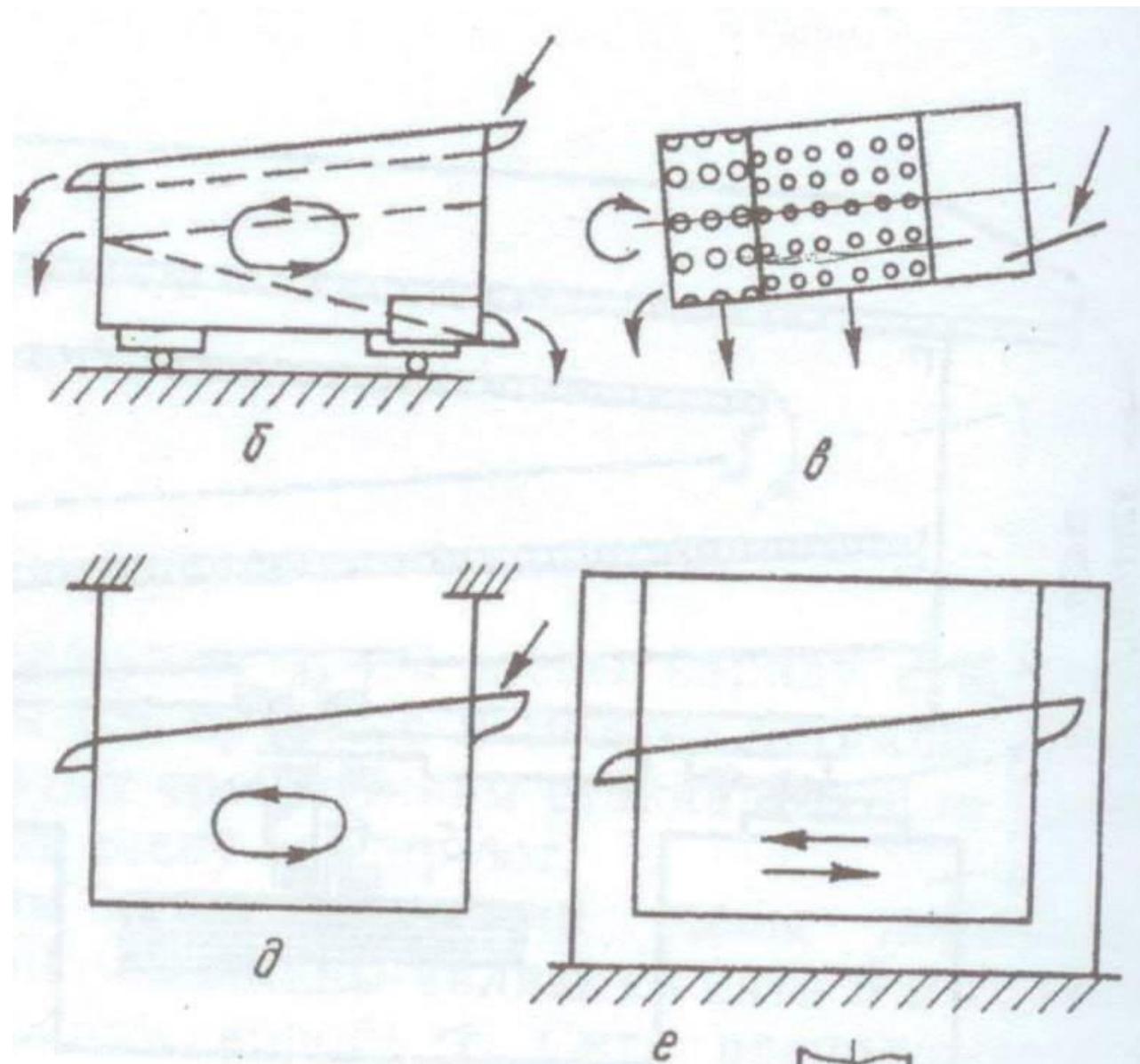
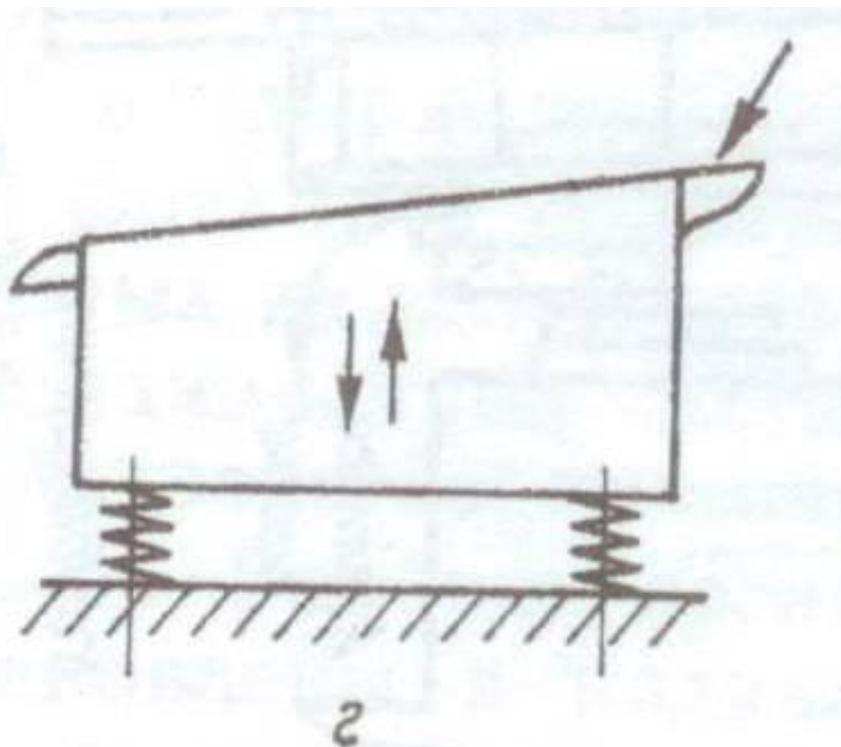
**Пневматическая сортировка** осуществляется в циклонах, внутри которых установлен перфорированный конус-сепаратор. Поток сжатого воздуха щепы с большой скоростью подается в циклон, где под действием инерционных и центробежных сил частицы прижимаются к внутренней поверхности конуса и скользят вниз по спиральной кривой. В процессе скольжения мелкие частицы проходят через перфорации на внешнюю сторону конуса и сыпаются к выносному лотку. Крупные частицы остаются внутри конуса и через нижнее выпускное отверстие сыпаются на выносной конвейер. При пневматической сортировке скорость движения частиц достигает 27— 40 м/с и может вызвать дополнительное измельчение щепы. Сложность разделения частиц на три фракции в одном циклоне также ограничивает использование этого способа.



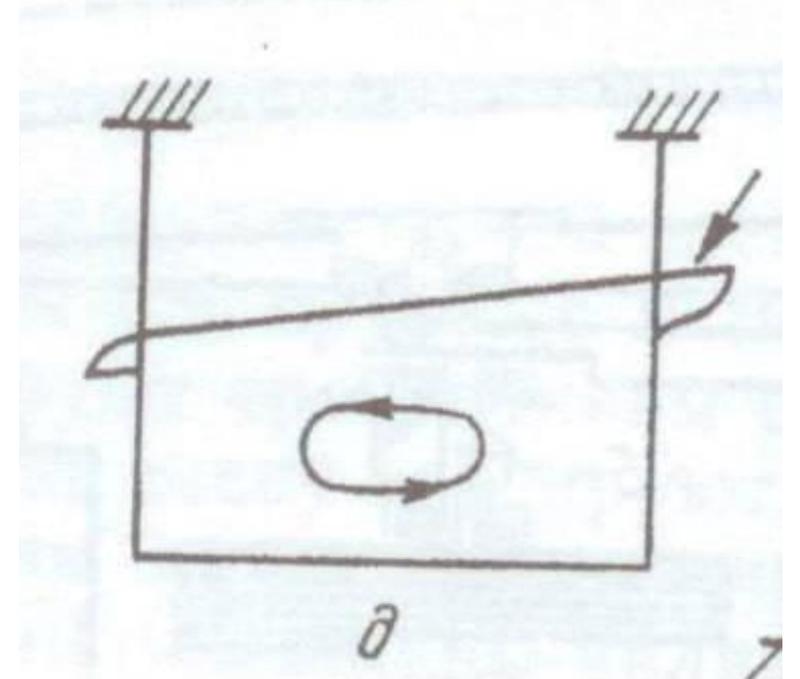
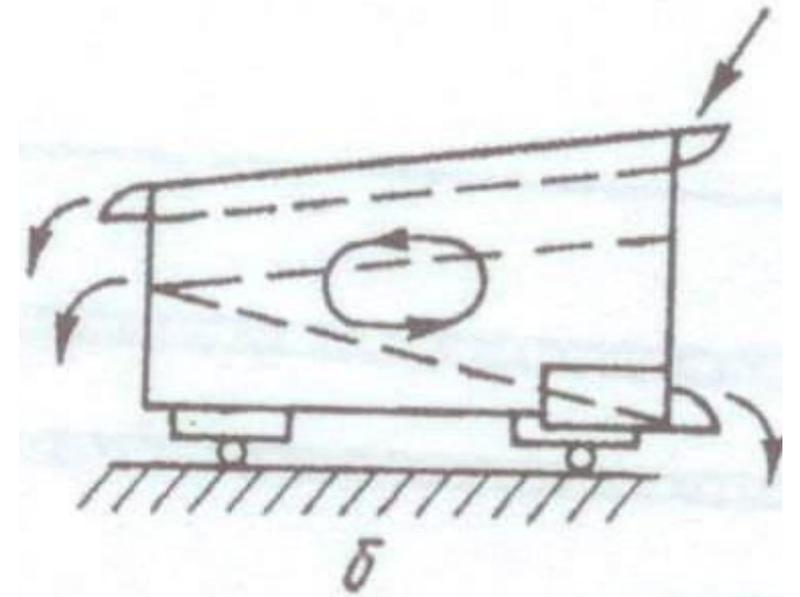
При сортировке наиболее широко используют **механическое перемещение частиц** в ситовых устройствах, которые подвергаются вращательному движению или колебаниям в горизонтальной или вертикальной плоскости.

Различают сортировочные машины:

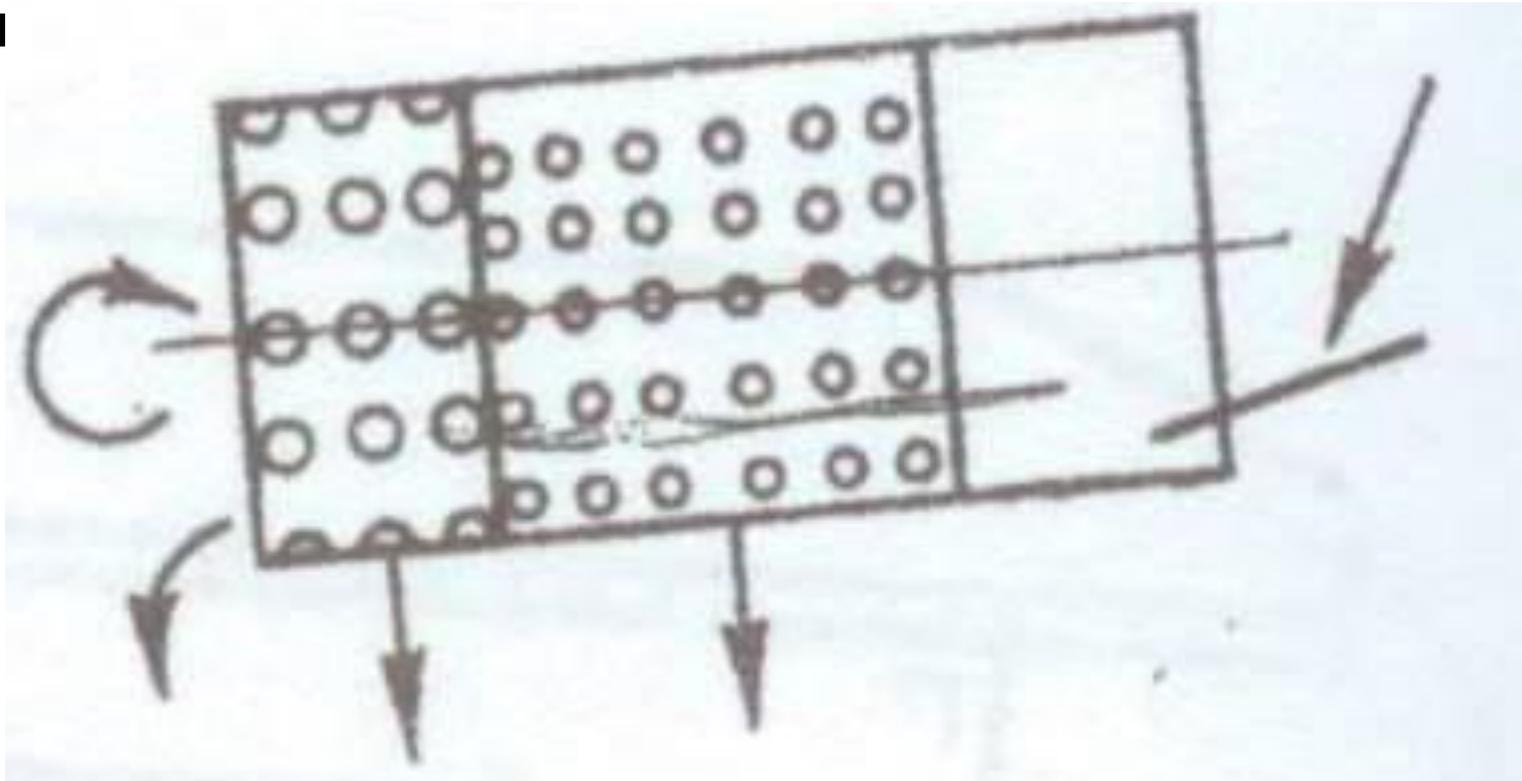
- гирационные,
- Барабанные,
- вибрационные.



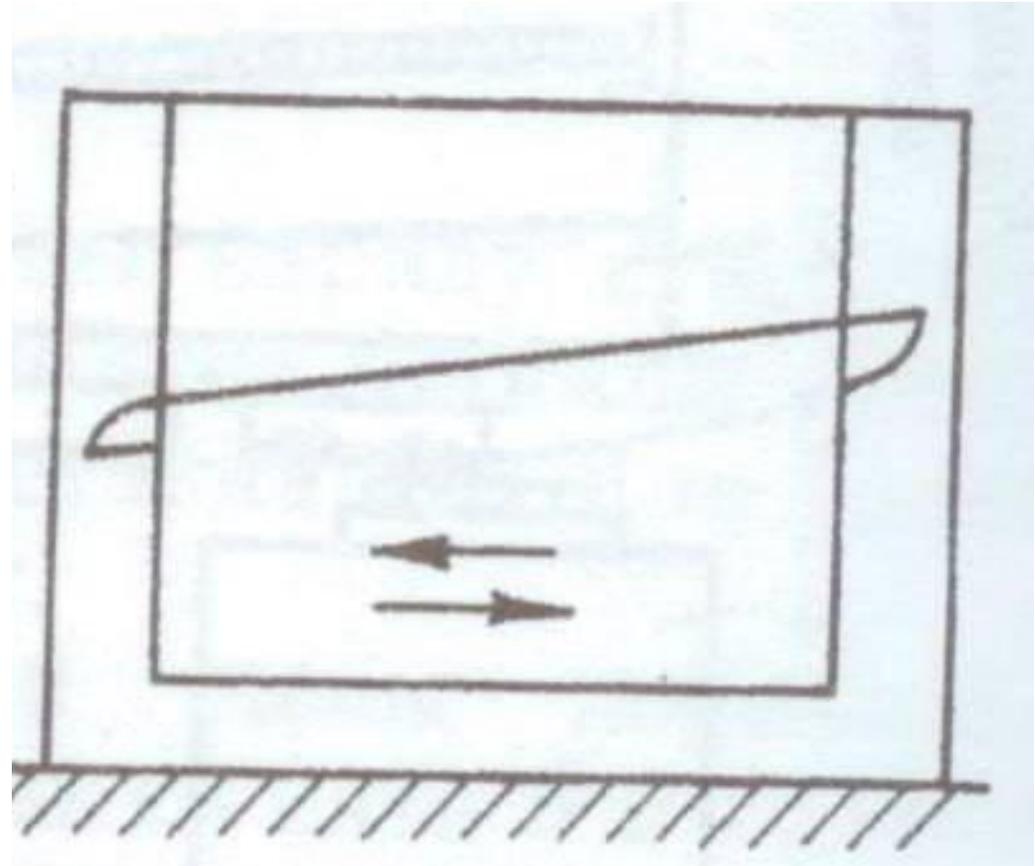
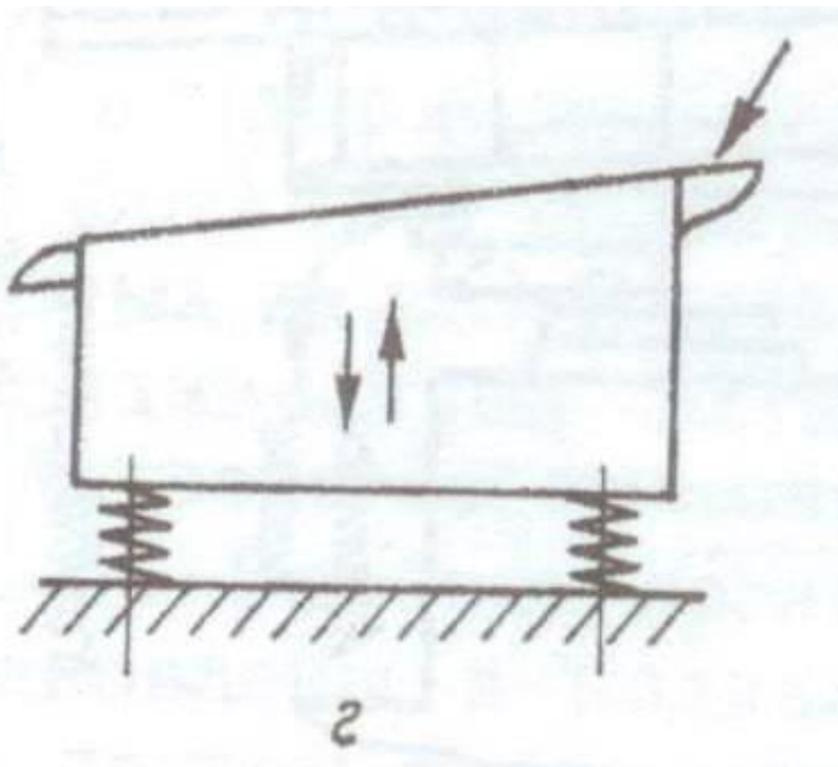
В **гирационных** сортировочных машинах щепа совершает круговые колебания в горизонтальной плоскости. Это обеспечивает равномерное послойное распределение частиц параллельно горизонтальной поверхности сита и наиболее высокое качество сортировки. Конструкции машин могут быть в напольном и подвесном исполнении. Гирационные машины меньше засоряются, просты, надежны в работе и получили самое широкое распространение в промышленности. Основной недостаток их — неполное отделение частиц крупной фракции и закупорка отверстий сит застрявшими частицами.



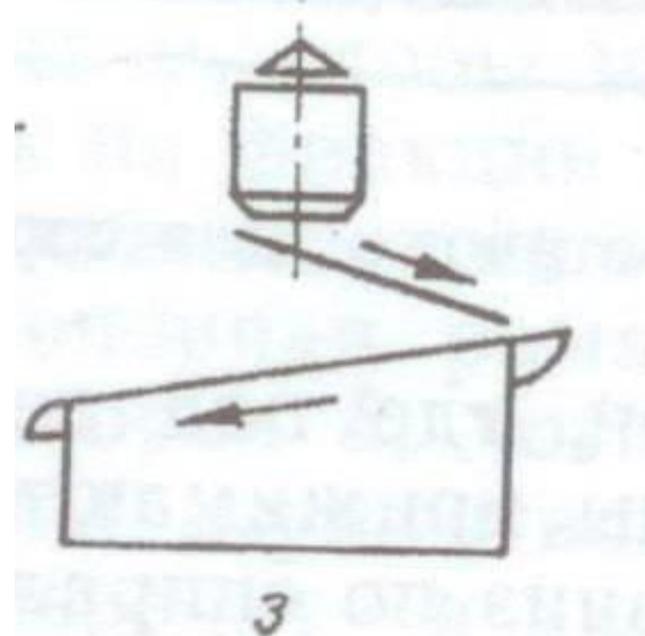
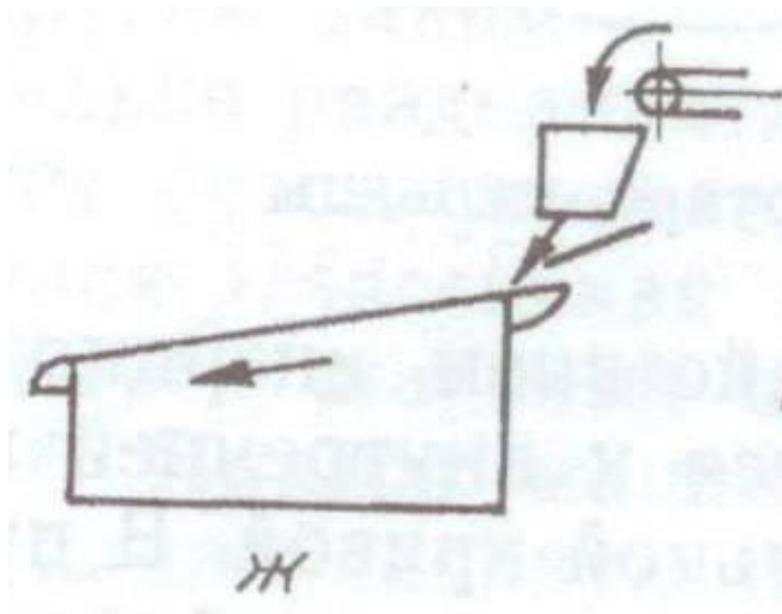
Сравнительно редки в эксплуатации **барабанные** сортировочные машины. Основное их достоинство — способность к самоочистке, когда застрявшие частицы при повороте барабана выпадают из сит под действием веса. Недостатками барабанных машин являются сравнительно низкая производительность, приходящаяся на единицу поверхности, и низкое качество сортировки. При хаотичном перемешивании щепы во вращающемся барабане длинные нестандартные частицы могут торцами просеиваться через калиброван



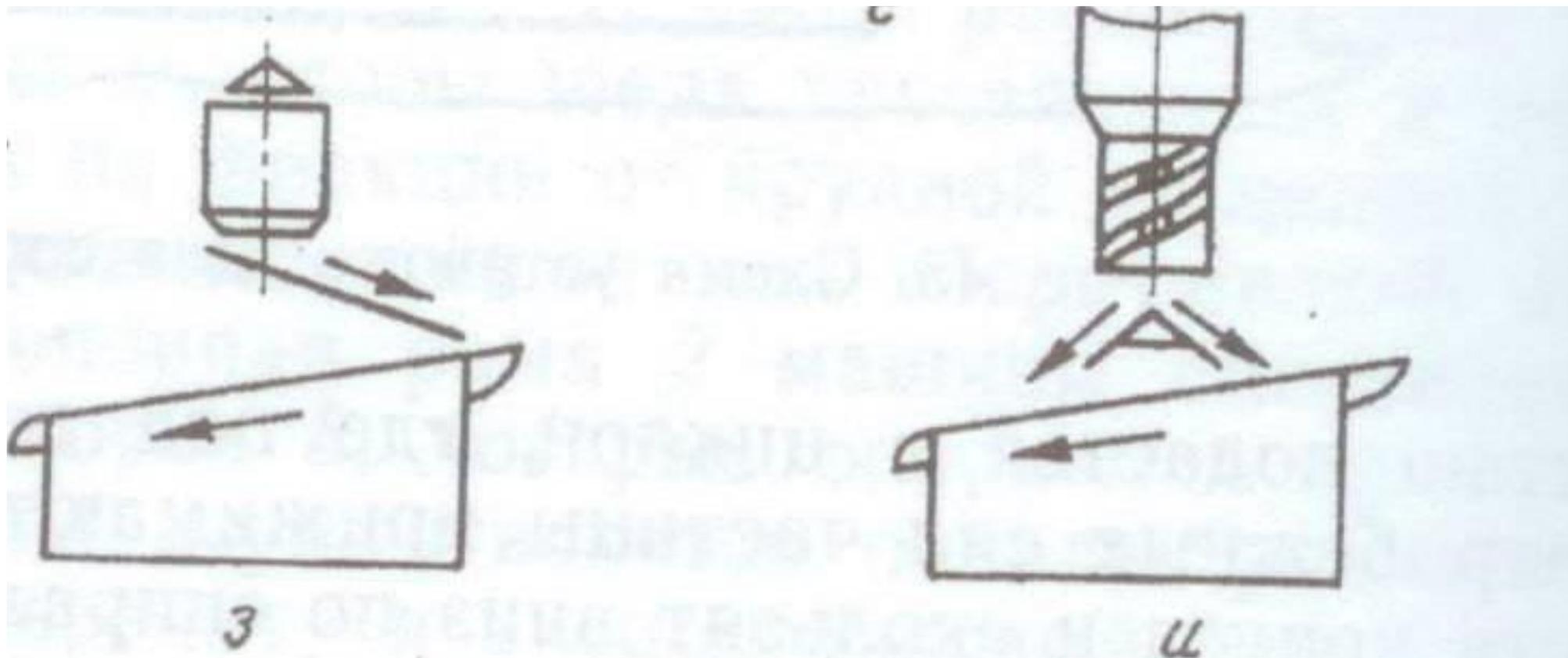
**Вибрационные** сортировочные машины имеют возвратно-поступательное движение сит. Возникающая в процессе их работы вибрация частично гасится пружинными, рессорными или тросовыми подвесками. При встряхивании сит нестандартные частицы торцами могут проникать через сита и засорять кондиционную щепу. Более крупные частицы застревают в отверстиях, поэтому вибрирующие сита быстро засоряются.



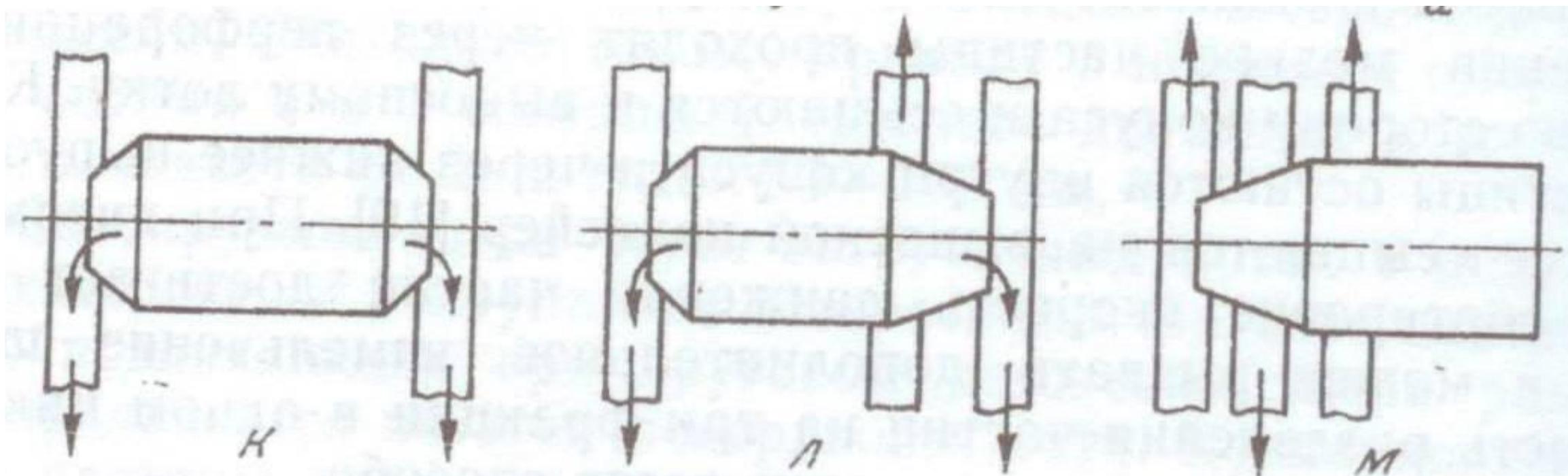
Сортировка щепы по длине не дает полного представления о действительных геометрических размерах частиц. Ширина некоторых из них может быть больше длины. Такие частицы будут отбракованы как крупные. На достоверность фракционного состава оказывает влияние не только ширина, но и положение частиц в процессе сортировки. Длинные нестандартные частицы, находясь в вертикальном положении, просеиваются через сито, либо застревают в ячейках. Чтобы этого не происходило, щепа своей длинной стороной должна ориентироваться параллельно плоскости сита. Необходимы равномерная подача щепы и минимальная скорость частиц. При большой скорости подачи происходят динамический удар щепы о поверхность сита, дополнительное измельчение частиц и их заклинивание в ячейках. Неравномерная подача щепы на сортировку, особенно большими порциями, способствует удержанию частиц в вертикальном положении в толстом слое. Часть кондиционных частиц не успевает просеиваться и вместе с крупными сходит в отсев. Для снижения скорости частиц и равномерной подачи на сортировку щепа, подаваемая ленточными конвейерами, предварительно поступает в уравнительный бункер (буфер) или пневмотранспортом — в циклон (рис. 3).



Из промежуточной емкости щепа-дозирующим устройством сыпается по направляющей пластине на приемный лоток сортировочного короба. Для лучшего разравнивания и распределения щепы на поверхности, равномерного движения и схода частиц сита размещают в коробах с уклоном от 2 до 10°, а иногда — до 20° к горизонту. Разравнивание щепы улучшается в том случае, когда направляющая пластина расположена с уклоном, обратным уклону верхнего сита (рис. 3). Равномерная дозированная подача щепы на сортировку достигается различными устройствами, например вертикальным шнеком (рис. и).

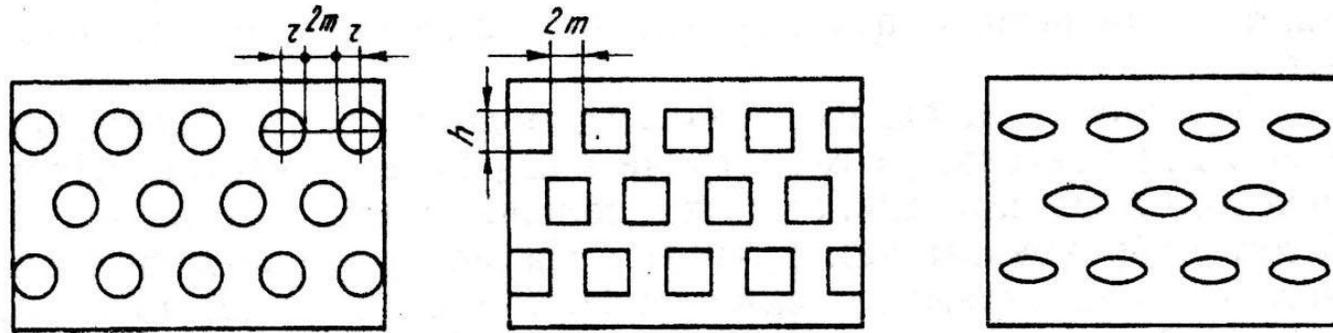


Вынос рассортированной щепы от машины осуществляется конвейерами, которые располагаются под выносными лотками. Количество лотков зависит от числа фракций, на которые разделяется щепа. Когда щепа сортируется на кондиционную фракцию и отсев, имеется два лотка (рис. к). В этом случае отсев образуют крупная и мелкая некондиционные фракции. Для увеличения выхода крупную фракцию рекомендуется после сортировки щепы направлять на доизмельчение. Тогда сортировочные машины имеют три лотка (рис. л), которые могут выходить на две или одну сторону короба (рис. м). Для выноса щепы используют ленточные или скребковые конвейеры, а кондиционная фракция может удаляться на склад пневмотранспортом (рис. л).

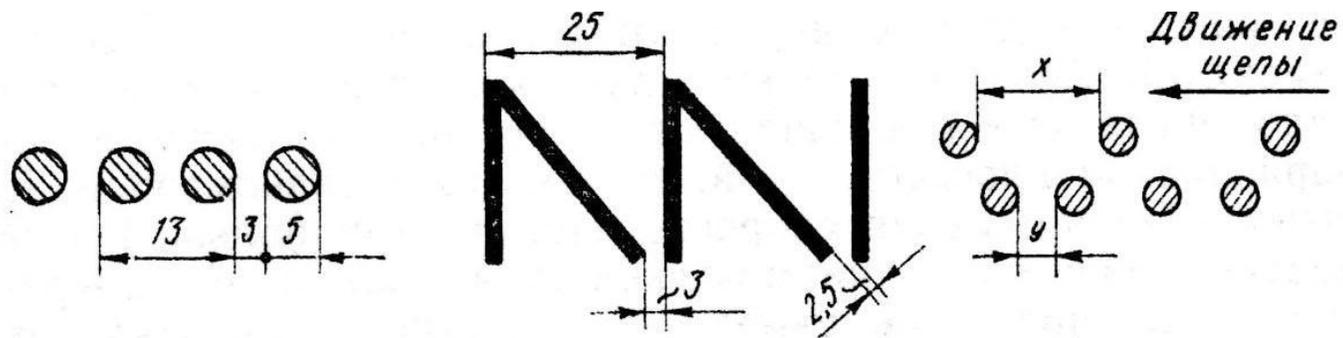


Конструкции сит по назначению подразделяются на две основные группы:

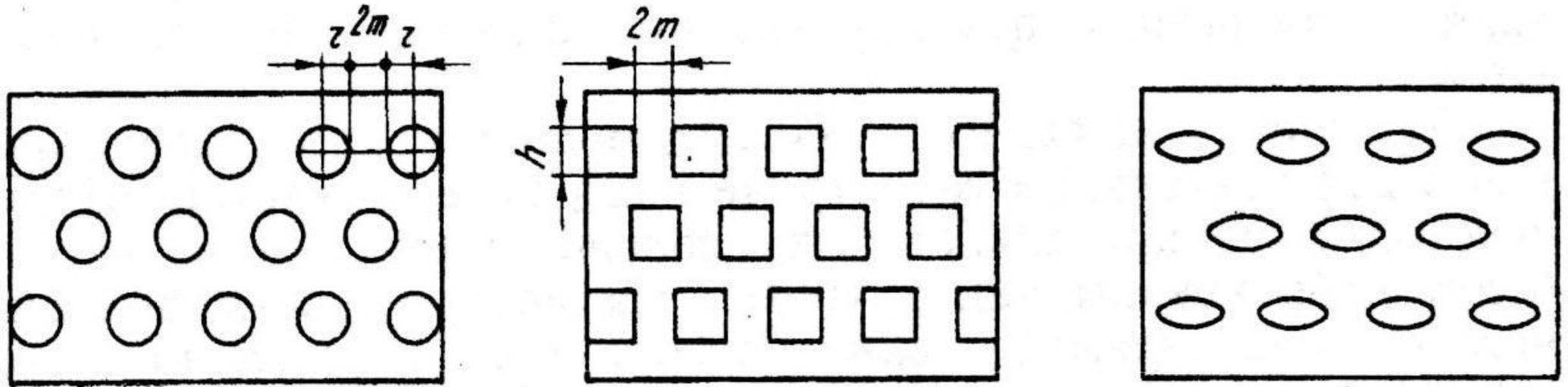
-п



-щелевые сита— для сортировки частиц по толщине

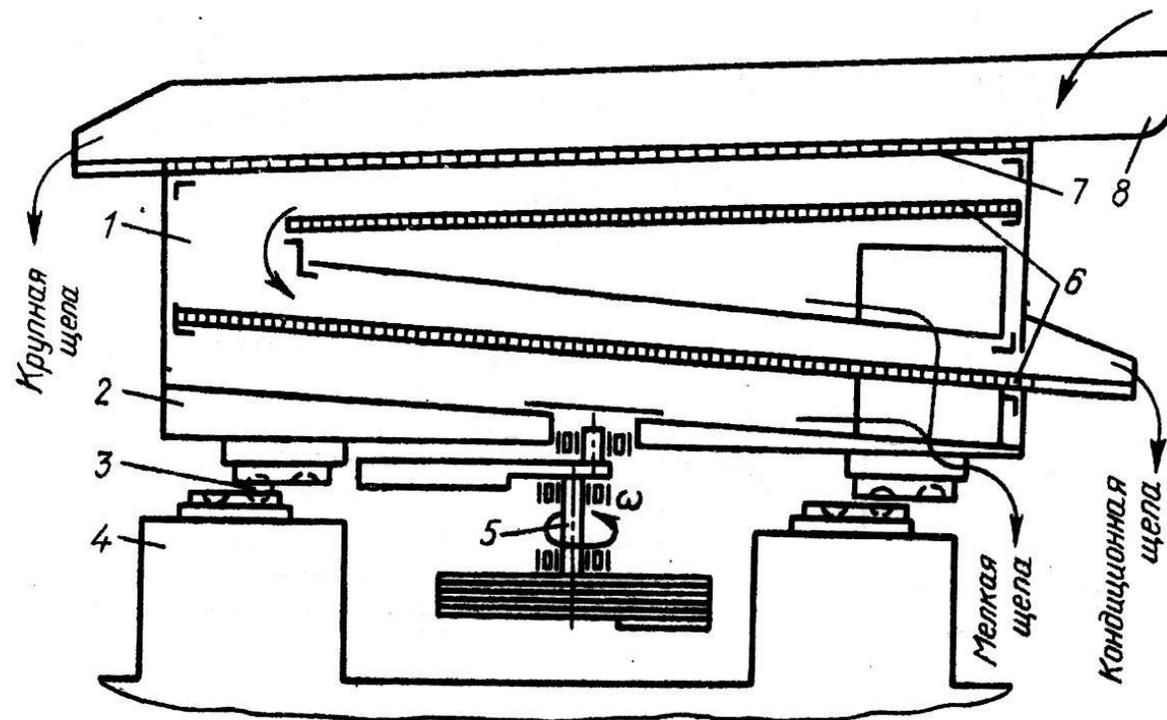


П л о с к и е с и т а изготавливают из металлического листа перфорированием сверху вниз. Неровные края отверстий с заусенцами способствуют опрокидыванию длинных частиц на торец и проходу их в кондиционную фракцию. Поэтому перфорированное сито нельзя перевертывать, чтобы не ухудшать качество сортировки. Поверхность сита должна быть ровной, без перегибов и коробления, которые препятствуют равномерному рассеву частиц. Форма отверстий может быть круглой, квадратной или эллипсной. Расположение перфораций влияет на качество сортировки и производительность сита.



**Эффективность сортировки** определяется производительностью сита и оценивается количеством щепы, сортируемой в единицу времени при заданном коэффициенте разделения смеси  $e$ . Величина этого коэффициента характеризует качество работы сортировочной машины. Она определяется отношением количества просеянных через сито частиц заданного размера к их содержанию в щепе до ее сортировки. Высокое качество разделения достигается в том случае, когда  $e = 0,90-0,98$ . При меньшем коэффициенте разделения, равном  $0,85$ , качество сортировки считается средним. Низкое качество сортировки наблюдается, когда  $e = 0,8$ . Другим показателем качества сортировки является коэффициент засоренности отсортированной кондиционной щепы нестандартными частицами, который определяется отношением количества нестандартных частиц, попавших во время сортировки в кондиционную фракцию, к количеству их в исходной щепе. В идеальном случае этот коэффициент должен быть равен нулю. Качество сортировки щепы зависит и от формы перфорации сита. Более достоверно разделение смеси осуществляется на ситах с круглыми отверстиями, так как при других формах линейный размер проходного сечения непостоянен.

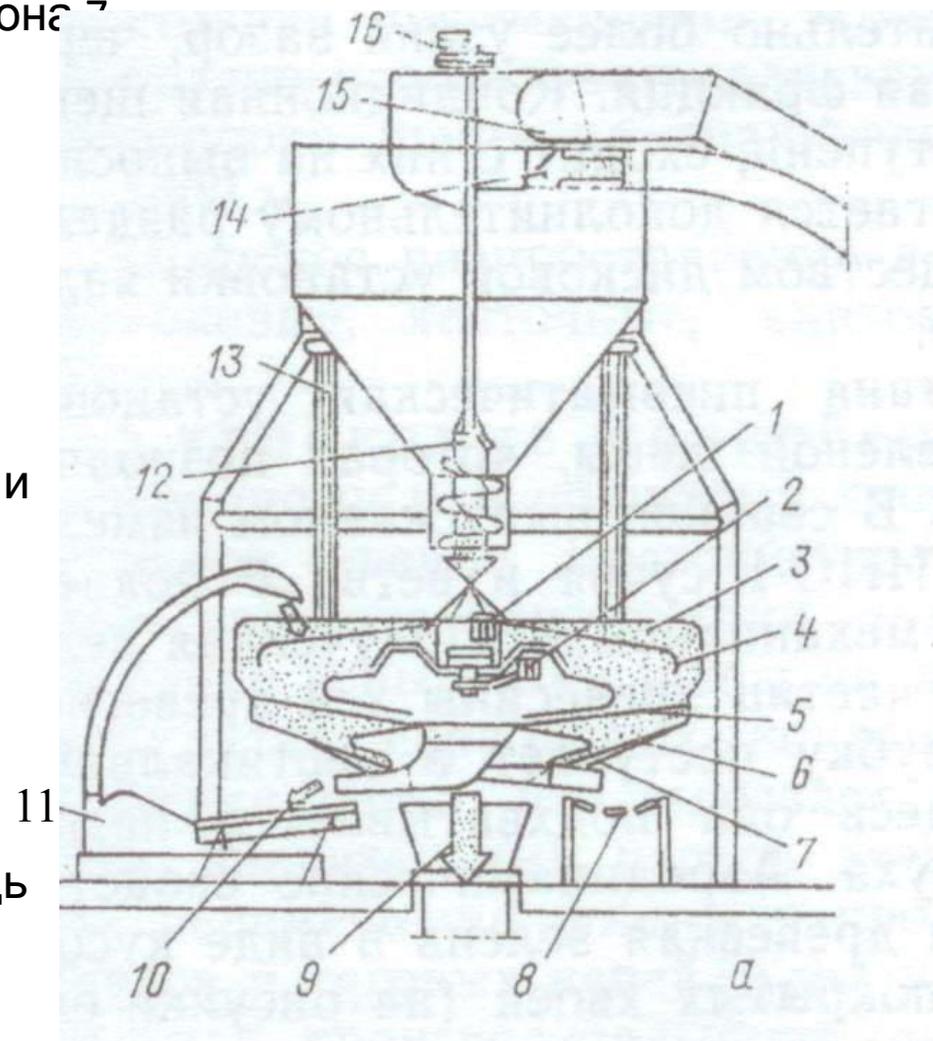
Сортировочные машины для щепы, выпускаемые отечественными заводами, имеют механическое перемещение частиц и отличаются размерами и производительностью. К ним относятся напольные гирационные установки СЩ-1, СЩ-1М, СЩМ-60, СЩ-120. Сортировочные установки СЩ-1 и СЩ-1М близки по конструкции, которая схематично показана на рисунке. Верхнее сито имеет перфорации размером 35 мм. Крупные частицы задерживаются этим ситом и сходят на выносной лоток. Кондиционная щепка и мелкие частицы просеиваются через верхнее сито и поступают для разделения на следующее сито с перфорациями размером 10 мм. Верхнее и нижнее сита наклонены в разные стороны для более удобного отвода рассортированной щепы. Угол наклона сит  $3^\circ$ . Площадь сита с мелкими отверстиями увеличена установкой дополнительного среднего сита, которое параллельно верхнему и имеет срез для свободного осыпания щепы на нижнее сито. Мелкая фракция и опилки собираются на поллоне.



Производительность установки СЩ-1 составляет 40 нас. м<sup>3</sup>/ч. Частота колебаний короба 150 мин<sup>-1</sup>, мощность привода 4 кВт. Производительность установки СЩ-1М увеличена до 60 нас. м<sup>3</sup>/ч. Частота колебаний короба составляет 180 мин<sup>-1</sup>, мощность привода снижена до 3 кВт. Одна из модификаций этой установки (типа СЩМ-60) имеет аналогичную конструкцию, но несколько иное, удобное для практики, расположение лотков для схода щепы. Крупная и мелкая фракции сходят по отдельным лоткам, расположенным с одной стороны установки. Лоток для кондиционной щепы располагается с противоположной стороны короба. Более мощная сортировочная установка СЩ-120 опирается на восемь шаровых опор. В коробе размещены три плоских сита: верхнее с отверстиями размером 30 мм, среднее 10 мм и нижнее 6 мм. Мелкая фракция и опилки собираются на поддоне. Все сита параллельны друг другу, поэтому лотки для схода частиц и выносные транспортеры располагаются по одну сторону установки. Угол наклона сит 2°. Производительность машины 120 нас. м<sup>3</sup>/ч, частота колебаний короба 150 мин<sup>-1</sup>, мощность привода 4,5 кВт. К недостаткам указанных установок следует отнести сложность монтажа многоопорной конструкции, трудности технического обслуживания, наладки и ремонта привода, размещенного в нижнем основании машины между опорами. Другие недостатки связаны с неравномерной загрузкой и сортировкой щепы. По мере перемещения щепы по ситам от загрузочного до выгрузочного лотка наблюдается неравномерное просеивание частиц. Наиболее интенсивно этот процесс осуществляется на участке сита вблизи загрузочного лотка. С удалением частиц от лотка эффективность использования сита все более снижается.

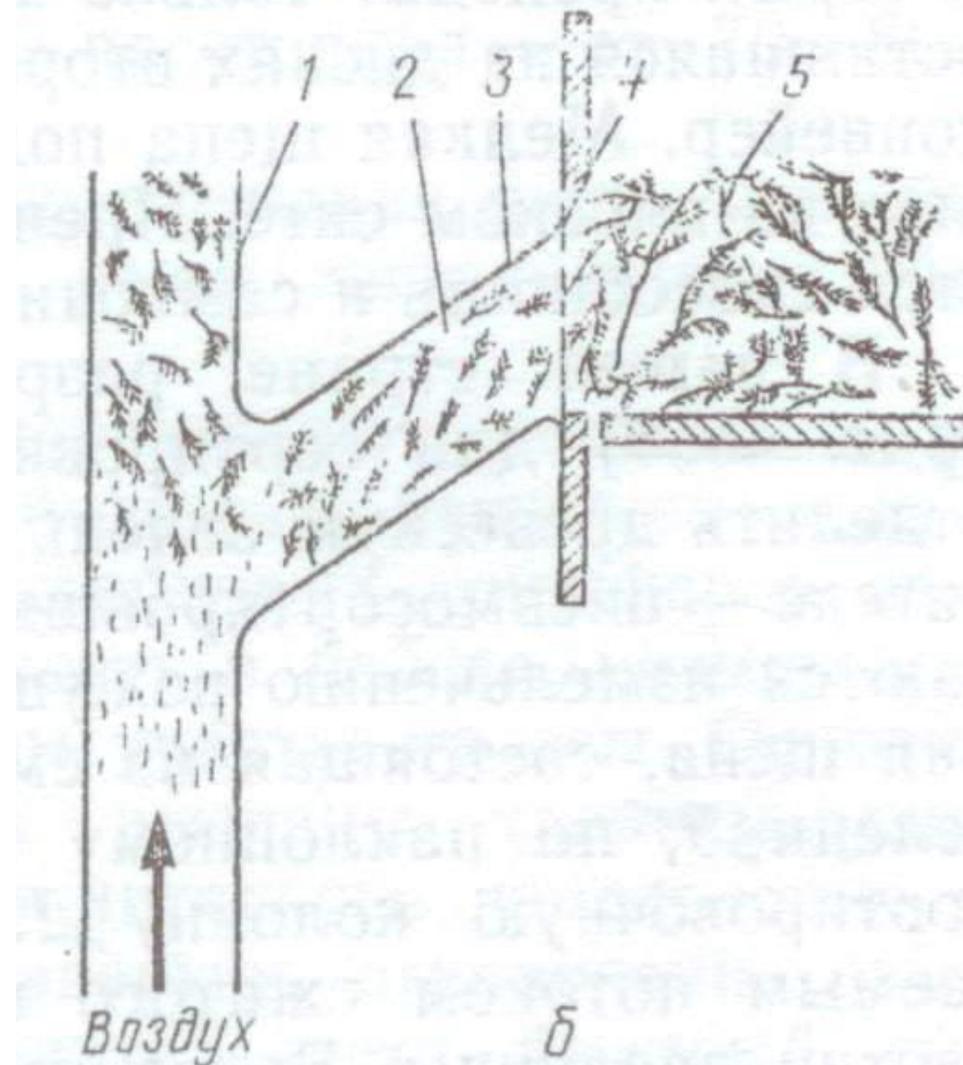
Шведской фирмой КМВ была разработана гирационная установка СЦЛ, которая не имеет указанных недостатков. Подвижной короб 3 такой установки, имеющий форму шести- или восьмигранной призмы, подвешен на тросах 13 к неподвижной опорной раме. Привод 1 с противовесом 2 расположен в верхней части короба, который разделен вертикальными стенками на шесть или восемь секторов. Каждый сектор состоит из верхней направляющей пластины 4, двух сит 5, 6 и поддона 7

Щепа подается пневмотранспортом через трубопровод 14 в уравнивательный бункер, расположенный над коробом. Частицы щепы из аэросмеси опускаются на дно бункера, а воздух возвращается через трубопровод 15. В основании бункера смонтирован вертикальный шнековый дозатор 12 с приводом 16, который обеспечивает равномерную подачу щепы на сортировку. Направляющие пластины 4, расположенные с уклоном от центра короба, обеспечивают перемещение щепы к основанию сегментов и далее на верхнее сито 5. Расположенное с уклоном к центру сито обеспечивает равномерное отделение крупной фракции, которая через боковой лоток 10 направляется на донзмельченне в рубнительную машину 11. Нижнее сито с уклоном к Центру обеспечивает разделение щепы на кондиционную и мелкую фракции. Важное преимущество такой сортировки в том, что по мере просенвания щепы пропорционально уменьшается и площадь сегментного сита. Это обеспечивает компактность машины. Кондиционная щепа выносится через нижнее отверстие в центре короба и поступает в питатель 9 пневмотранспортной установки. Мелкая фракция через боковой лоток поступает на выносной



Определенные трудности представляет сортировка зеленой щепы. В ее составе находятся крупные частицы несколько необычной для щепы формы. Из такой щепы трудно отделить на плоских ситах хвойную лапку, длинные обрубки веток, рогатки, отщепы древесины и куски коры. Разработана специальная установка для сортировки зеленой щепы, рабочим органом которой являются вращающиеся зубчатые диски с определенным зазором, выполняющим роль калибра. Они насажены в шахматном порядке на горизонтальные валы, которые максимально сближены и вращаются в одну сторону с одинаковой скоростью. Подача щепы осуществляется специальным питателем, который обеспечивает ориентацию крупных частиц в горизонтальной плоскости перпендикулярно направлению движения. На первой секции установки эти частицы отделяются, а оставшаяся щепа проходит между широкими дисками и подается на вторую секцию. Здесь диски имеют значительно более узкий зазор, через который проходит только мелкая фракция. Кондиционная щепа, оставшаяся на дисках второй ступени, сходит с них по выносной конвейер. Мелкая щепа подвергается дополнительному разделению на плоском сите. Преимуществом дисковой установки является способность к самоочистке.

В нашей стране разработана пневматическая установка для сортировки зеленой щепы, которая позволяет отделить древесную зелень. В серийно выпускаемом измельчителе — пневмосортировщике ИПС-1 сучья и ветви 5 подвергаются измельчению режущим механизмом 4. Полученная зеленая щепа, состоящая из смеси частиц древесины 2 и древесной зелени 3, по наклонному патрубку поступает в вертикальную сортировочную колонну 1. Здесь она подхватывается нагнетаемым потоком сжатого воздуха. Аэродинамические свойства частиц различны. Более легкая древесная зелень в виде кусочков неодревесневших побегов, покрытых хвоей (на рисунке они показаны крупнее), потоком воздуха выносятся из колонны, а более тяжелые древесные частицы падают



## ВНУТРИСКЛАДСКОЙ ТРАНСПОРТ ЩЕПЫ

Для перемещения измельченной древесины между складами и цехами, а также из цехов щепы на склад используют механические и пневматические транспортные устройства различной производительности и конструктивного исполнения.

Внутрискладской транспорт должен обеспечить:

- высокую экономичность процесса перемещения;
- сохранение формы, размеров и фракционного состава частиц;
- надёжное перемещение щепы независимо от времени года;
- перемещение щепы по территории нижнего склада с учетом расположения действующего технологического оборудования;
- раздельную подачу щепы по породно-качественному составу на склад или отгрузку.

Удельные энергозатраты (Вт\*ч) на перемещение 1 м<sup>3</sup> щепы на расстояние 1 м определяют по формуле

$$q = \frac{N}{Pч L}$$

где q — удельные затраты на перемещение щепы;

N — установленная мощность, Вт;

Pч — часовая производительность, м<sup>3</sup>/ч;

L — расстояние перемещения щепы, м.

При выборе транспортных средств следует учитывать, что механические конвейеры наиболее эффективны при небольшом расстоянии перемещения щепы — до 70—80 м. Из них наиболее экономичными и малоэнергоёмкими являются ленточные конвейеры, эффективно работающие при перемещении щепы до 400 м. Применение пневмотранспортных установок при малом расстоянии перемещения экономически невыгодно. Их целесообразно использовать для внутрискладского или межцехового транспорта щепы на значительные расстояния — от 70—80 м до 1500 м. Широкое распространение для перемещения щепы получили скребковые, ленточные, винтовые, реже вибрационные конвейеры.

$$q = \frac{N}{\Pi \cdot \epsilon \cdot L}$$

где  $v$  — скорость движения тяговой цепи, м/с;

$V$  — средний объем щепы, транспортируемой одним скребком, м<sup>3</sup>;

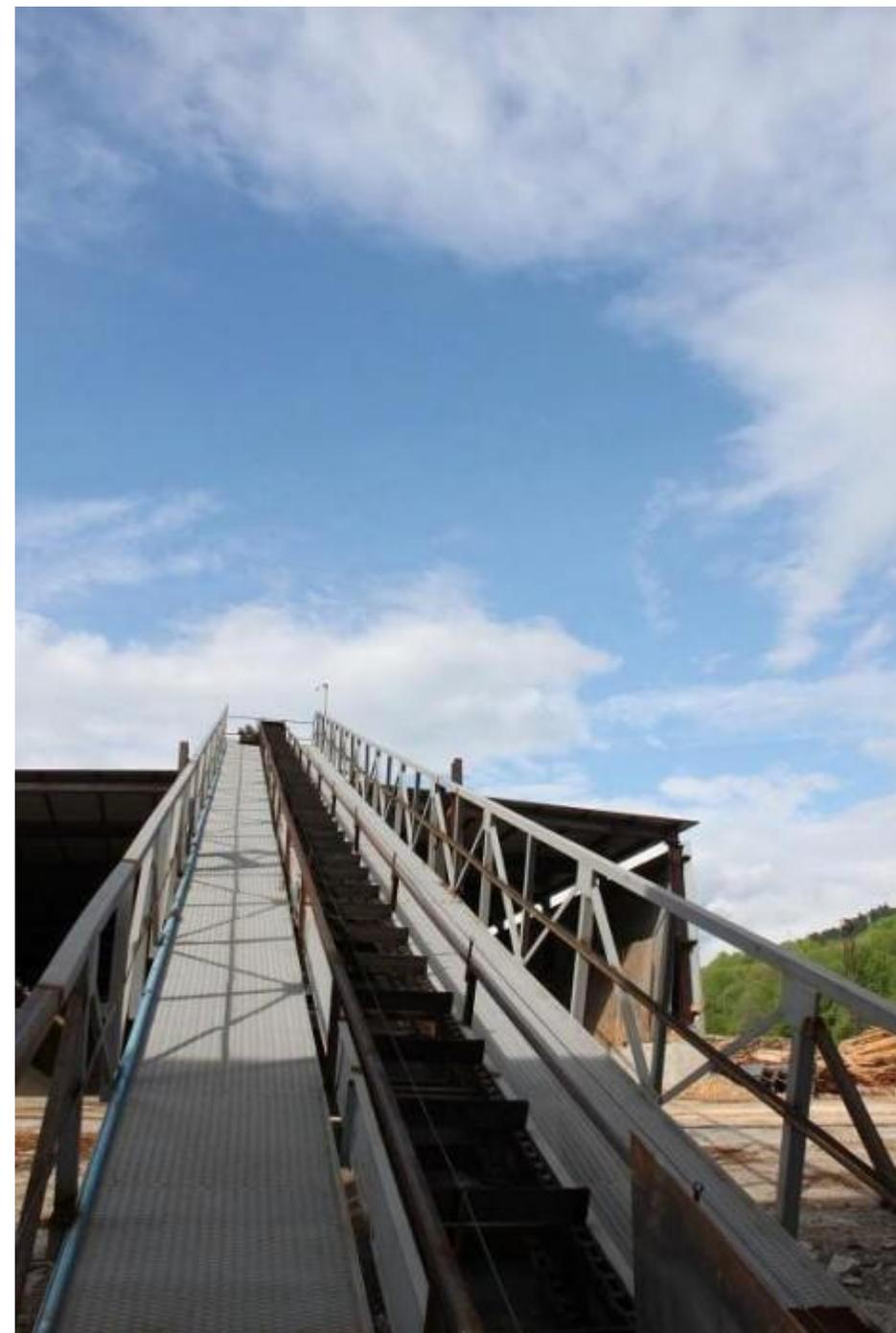
$c$  — поправочный коэффициент для наклоненных под углом  $\phi$  конвейеров,  $c = 1 - \sin\phi$ ;

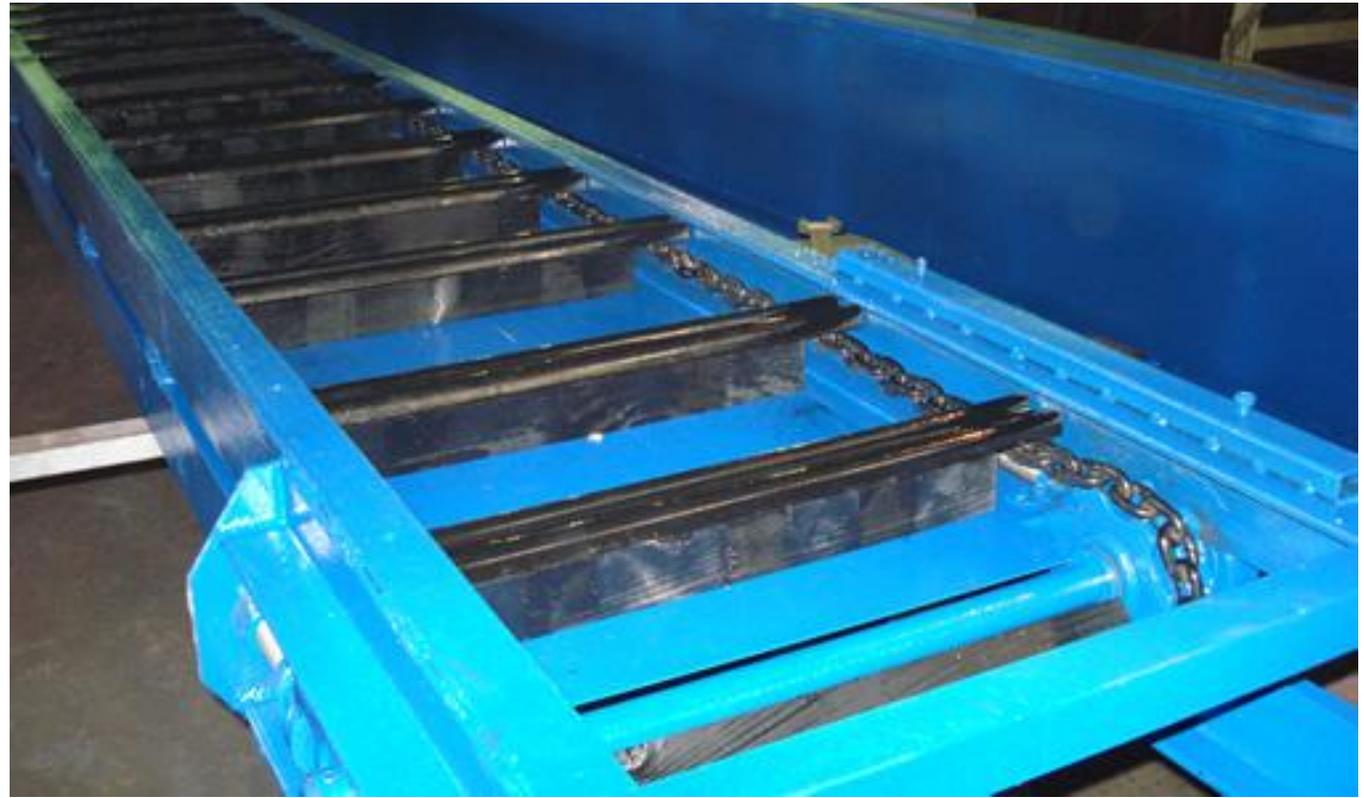
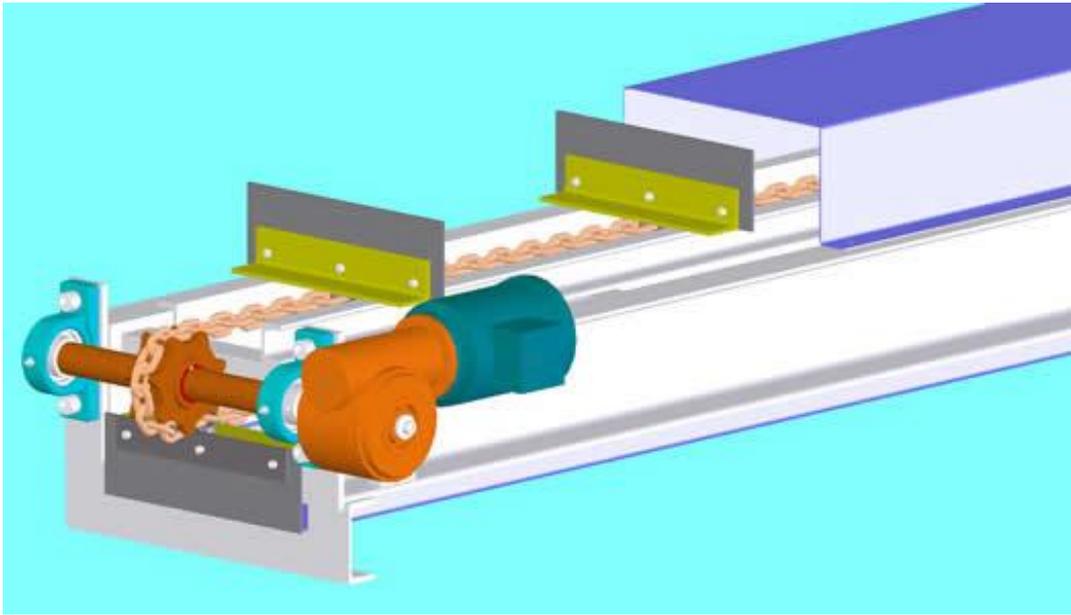
$k_n$  — коэффициент полнодревесности щепы;

$l$  — расстояние между скребками, м;

$k_p$  — коэффициент использования рабочего времени.

Скребковый конвейер ТОЦ 16-5 (без короба) производительностью 15 м<sup>3</sup>/ч перемещает щепу на расстояние 40 м со скоростью 0,5—0,8 м/с. Расстояние между скребками составляет 810 мм. Высота скребков 83 мм, длина 450 мм, мощность привода 5,5 кВт. Скребковый конвейер КС перемещает щепу на расстояние от 20 до 60 м со скоростью 0,50—0,63 м/с. Производительность конвейера от 6 до 250 м<sup>3</sup>/ч. Расстояние между скребками 640 мм. Размеры скребков различные. Высота колеблется от 200 до 400 мм, длина от 440 до 1200 мм. Мощность привода 4,5— 6,0 кВт.





**ТРАНСПОРТЕРЫ СКРЕБКОВЫЕ ОПИЛОЧНЫЕ  
"ТОЦ-1" и ТОЦ-2"**

**Ленточные конвейеры** перемещают щепу бесконечной прорезиненной лентой, движущейся по роликам или скользящей по пастилу. Наиболее важное преимущество ленточных конвейеров— сохранение целостности частиц, которые в процессе перемещения остаются неподвижными на движущейся ленте. По удельному расходу электроэнергии на перемещение щепы они в 1,5—2,0 раз экономичнее скребковых. Наибольший угол подъема щепы ленточными конвейерами составляет 12°, так как при больших углах наблюдается сползание щепы с ленты. Равномерная загрузка ленточного конвейера щепой производится из уравнительного бункера с дозатором или через загрузочные воронки. Разгрузка осуществляется на конечной ветви простым сходом щепы с ленты, огибающей ведущий барабан. На промежуточных участках трассы применяют плужковые сбрасыватели одно- или двухстороннего действия. Угол поворота заслонки для схода щепы составляет 30—45°.

**Часовая производительность ленточных конвейеров** определяется по формуле:

$$P_{\text{ч}} = 3600 * F * v * k_{\text{п}} * k_{\text{р}}$$

где  $F$  — площадь поперечного сечения щепы на ленте,  
м<sup>2</sup>;

$v$  — скорость движения ленты, м/с.

Для увеличения производительности конвейеров, имеющих плоскую ленту, рекомендуется устраивать лотки с вертикальными боковыми стенками из металла или древесины. Между боковыми стенками и лентой устанавливают защитные клапаны из прорезиненной ленты или войлока, которые препятствуют попаданию частиц под несущую ленту.

**Винтовые конвейеры**, или шнеки, перемещают щепу на расстояние до 30—40 м горизонтально или наклонно под углом не более 15—20°. Рабочим органом конвейера является винт, при вращении которого щепка перемещается скольжением вдоль желоба круглого сечения. Загрузка конвейера щепой осуществляется через специальные воронки. Выгрузка щепы производится через отверстия в днище желоба. Общий недостаток винтовых конвейеров — дополнительное измельчение щепы в процессе перемещения. Винтовые конвейеры часто используют для перемещения щепы между станками и дозированной подачи ее на сортировку, в систему учета, трубопровод пневмотранспортной установки. В последнем случае применяют короткие консольные шнеки с переменным шагом винта. При этом в желобе между шнеком и выгрузочным окном создается герметичная пробка из частиц древесины, которая предупреждает выброс воздуха через загрузочное устройство.

**Часовая производительность винтового конвейера** зависит от параметров винта и определяется по формуле:

$$Q = 15\pi \cdot d^2 \cdot n \cdot s \cdot k_3 \cdot c \cdot k_p \cdot k_n$$

где  $d$  — диаметр винта, м;

$n$  — частота вращения винта, мин<sup>-1</sup>;

$s$  — шаг винта, м;

$c$  — поправочный коэффициент для наклонного шнека,  $c = 0,6$ — $1,0$  при уменьшении угла наклона от 20° до 0;

$k_3$  — коэффициент заполнения поперечного сечения винта,  $k_3 = 0,4$ .

$$Q = \frac{N}{\pi \cdot d \cdot L}$$

**Пневмотранспортные установки** перемещают щепу в герметичном трубопроводе потоком воздуха, нагнетаемого вентилятором высокого давления или воздуходувной машиной. Подача щепы в трубопровод осуществляется специальным дозирующим устройством или питателем. Пневмотранспортные установки получили широкое распространение в лесной промышленности и предприятиях, перерабатывающих щепу. Они могут быть рассчитаны практически на любую производительность, которая необходима. Диапазон производительности установок колеблется от 5 до 350 т/ч. Они перемещают щепу под любым углом в плане и профиле трассы, могут осуществлять вертикальный подъем щепы и работать в «плавающем» режиме. Технологическая привязка цехов щепы на нижних складах упрощается, когда трубопровод можно проложить среди действующих потоков сырья.

Однако при выборе пневмотранспортных установок щепы следует учитывать их недостатки:

- неэффективность работы при небольшом расстоянии транспортировки;
- значительные удельные энергозатраты;
- дополнительное измельчение щепы в скоростном потоке аэросмеси;
- высокий уровень шума.

При правильном проектировании, монтаже и эксплуатации установок влияние этих недостатков можно уменьшить. Для сохранения качества щепы недопустимы высокие скорости потоков аэросмеси.

Рекомендуемая скорость движения щепы в аэросмеси составляет 22—27 м/с для трубопроводов диаметром 200—350 мм и 28—34 м/с для трубопроводов диаметром 360—600 мм. Скорость потока в трубопроводах постепенно возрастает к концу трассы. Аэродинамическое сопротивление вызывает падение давления воздуха и снижение его плотности. Поскольку расход массы воздуха в трубопроводе постоянен, снижение плотности автоматически вызывает увеличение скорости. Для сохранения качества щепы важно обеспечить на всем протяжении пневмотрассы постоянство скорости аэросмеси. Оно достигается постепенным, ступенчатым увеличением диаметра трубопровода.

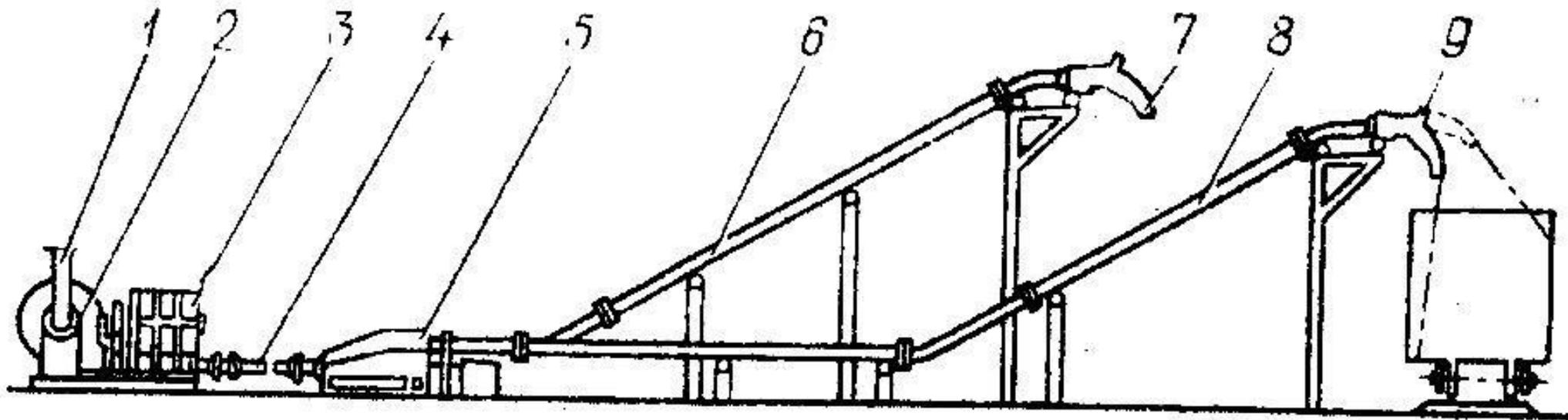
Щепа повреждается и растрескивается при перемещении в различных элементах пневмотрасс, но особенно значительно при изменении направления движения. На поворотах происходит удар щепы о стенки трубопровода. При этом возможно смятие кромок торцов, разрушение частиц по наиболее слабому направлению в древесине — вдоль волокон, образование трещин и спичек. Количество растрескавшейся щепы зависит от угла встречи со стенкой и наиболее интенсивно возрастает (от 8 до 23%), когда угол встречи изменяется от 45 до 90°. Породный состав щепы, физико-механические свойства древесины и отрицательная температура среды оказывают влияние на дополнительное измельчение частиц. Несмотря на отмеченные недостатки, пневмотранспортные установки благодаря их надежности, высокой степени механизации и автоматизации работ нашли широкое применение в промышленности.

Для нагнетания воздуха в пневмотранспортных установках используют различные воздуходувные машины центробежного типа.

В зависимости от создаваемого в трубопроводе давления различают установки

- низконапорные, ПНТУ-2М
- Средненапорные, ВО-59 и ЛТ-67
- Высоконапорные, ВП-1, ВП-3М и ВП-5.

В состав пневмотранспортной установки ПНТУ-2М входят центробежный вентилятор 2 с всасывающей трубой 1, шлюзовой питатель 3, нагнетательный трубопровод 4, переключатель 5 трубопровода к отводам. При работе установки кондиционная фракция частиц сыпается в воронку питателя. В нагнетательном трубопроводе она увлекается потоком воздуха и перемещается в виде аэросмеси. Подача щепы на склад или щеповоз осуществляется по отводам 6 и 8, которые могут попеременно подключаться к трубопроводу 4 с помощью позиционного переключателя 5. Отвод трубопровода 6 заканчивается стационарно закрепленной насадкой 7, которая предназначена для направленной подачи щепы на склад кучевого хранения. Погрузочный отвод 8 оборудован приводным дефлектором 9, совершающим возвратно-поступательные движения в пределах  $0-60^\circ$ . Благодаря этому выходное сопло равномерно загружает щеповоз в поперечном сечении.



Пневмотранспортные установки ВО-59 и ЛТ-67, предназначенные для погрузки щепы в щеповозы и речные суда, могут быть использованы и для других транспортно-переместительных операций в пределах нижнего склада. Расход воздуха в пневмотранспортных установках регулируется шиберным устройством. При необходимости производительность установок может быть увеличена за счет более мощной воздуходувной машины. Расчеты установок проводятся по методике, изложенной в работе.

Высоконапорная пневмотранспортная установка ВП-1 имеет основное оборудование, унифицированное с ПНТУ-2М. Значительная дальность транспортировки щепы и более высокая производительность достигнуты за счет более мощной центробежной воздуходувной машины ТВ-80-1,4. Установка предназначена не только для перемещения щепы на склад, но и непосредственно в перерабатывающий цех, для чего в ее состав входит циклон-отделитель. Аналогичное назначение имеют наиболее высокопроизводительные установки ВП-5 и ВП-3М. Отличительной особенностью их является шлюзовой питатель броскового типа с направленной подачей щепы. Установка ВП-3М имеет ступенчатый трубопровод, начальная ветвь которого длиной 400 м имеет диаметр 359 мм, а конечная 384 мм.

## ХРАНЕНИЕ ЩЕПЫ

Необходимость хранения щепы на складе вызывается нерегулярной отгрузкой и неравномерной работой цеха.

**Вместимость и запас** — два важных показателя склада щепы.

Наибольшее количество щепы, которое можно отсыпать на складе, характеризует его **вместимость**.

**Запас** определяется объемом щепы, который хранится на складе в данный момент времени. Этот показатель непостоянен для склада и является случайной величиной. При недостаточной вместимости склада возможно его переполнение, из-за чего возникают простои цеха и потери 25—30 % рабочего времени. Чрезмерная вместимость потребует излишних и ненужных капитальных вложений на устройство склада. Она отрицательно скажется и на качестве щепы из-за продолжительного хранения. Значения оптимальной вместимости склада при вывозке щепы вагонами и автощеповозами приведены ниже.

Сменный объем поступления щепы из цеха на склад, пл. м3	15	25	50	100	200
Рекомендуемая вместимость склада, смен	27—36	19—26	15—21	10—15	7—12

**Классификация складов щепы** осуществляется в зависимости от объема хранимой измельченной древесины и способа хранения.

**По объему хранимой щепы** условно различают склады

- малой,
- средней
- большой вместимости.

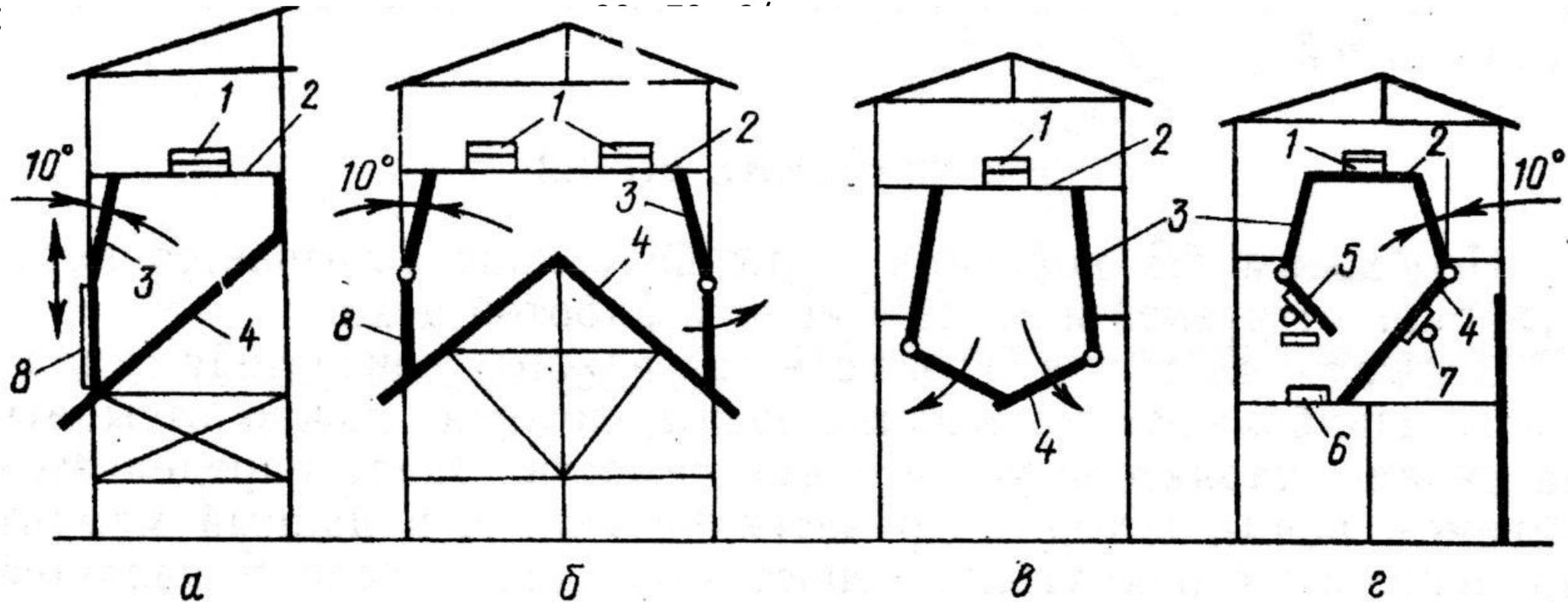
Склады малой вместимости рассчитаны на хранение запаса щепы до 7-сменной выработки, склады средней вместимости — до 36-сменной выработки (такие склады используют при вывозке щепы вагонами и авто- щеповозами). Склады большой вместимости, рассчитанные на хранение щепы в межнавигационный период, устраивают на береговых складах, где вывозка производится в судах.

Различают **три основных способа хранения щепы:**

- закрытый — в бункерных галереях,
- открытый — в кучах на специальных площадках,
- контейнерный — в небольших емкостях.

**Закрытые склады щепы** имеют механизированные бункерные галереи, которые представляют собой систему железобетонных или деревянных бункеров призматической или цилиндрической формы, с боковым (рис. а, б) или нижним (рис. в, г) расположением разгрузочных люков. Равномерное распределение щепы по бункерам производится с помощью скребковых или ленточных транспортеров 1, расположенных на верхнем перекрытии 2. Выгрузка осуществляется гравитационным истечением щепы через боковые или нижние люки, которые имеют подвижные створки 8. При свободном истечении щепы через щелевое отверстие в бункере наблюдается образование динамических сводов, которое зависит от многих факторов. Для интенсификации выгрузки дно бункера 4 делается наклонным, а на стенках 4 и 5 устанавливают электровибраторы 7. С этой же целью боковые стенки 3 делаются не вертикальными, а с наклоном под углом  $10^\circ$ .

Произвс



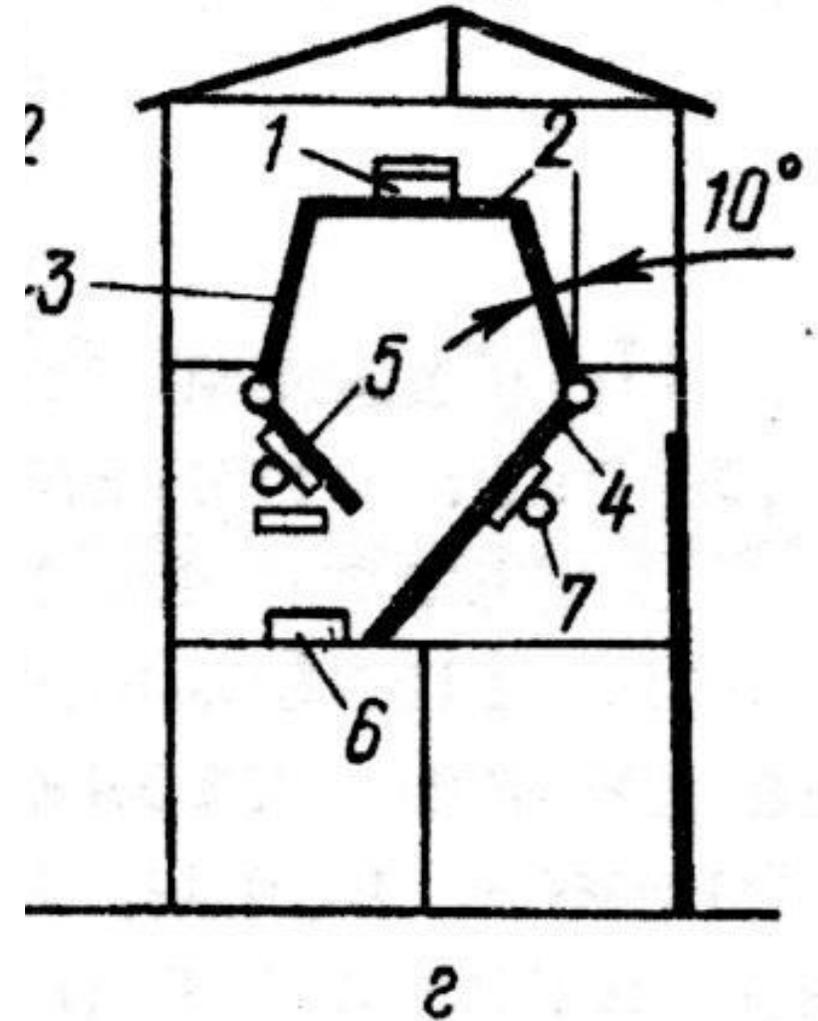
Представляет интерес конструкция бункерной галереи с принудительной выгрузкой щепы транспортером, расположенным в днище (рис. г). Преимуществом такой галереи является возможность расположения основания бункера на небольшой безопасной высоте. При установке двух транспортеров может производиться загрузка одновременно двух щеповозов, которые ставят под погрузку рядом с галереей.

Закрытое хранение позволяет защитить щепу от неблагоприятных воздействий окружающей среды. Однако бункерные галереи требуют больших капиталовложений.

Они имеют ограниченную вместимость:

- в пределах от 50 до 100 м<sup>3</sup> при вывозке автощеповозами,
- от 650 до 1500 м<sup>3</sup> при вывозке вагонами.

Для хранения щепы различных древесных пород и назначения требуется устройство отдельных галерей.



**Открытые склады для кучевого хранения щепы** получили большое распространение благодаря следующим преимуществам:

- относительно низким затратам на устройство и содержание;
- экономичному использованию производственной площади;
- практически неограниченной вместимости.

Склады для открытого хранения щепы могут вмещать от 1000 м<sup>3</sup> до 700 тыс. м<sup>3</sup>, а высота куч достигает 30 м. В леспромхозах для кучевого хранения устраивают сравнительно небольшие площадки размером от 25х25 до 65х70 м. На нижнем складе можно устраивать несколько таких площадок в зависимости от породы древесины, назначения и качества щепы. Твердое покрытие площадок делается асфальтобетонным или гравийным, с уклоном для отвода воды. Береговые открытые склады щепы можно устраивать на причалах эстакадного типа или свайном основании из бревен. Чтобы щепу не уносило ветром за пределы склада, по его периметру устанавливают сетчатое мелкоячеистое ограждение высотой до 2,5 м. Объем щепы, хранимой на таких площадках, достигает 4—5 тыс. м<sup>3</sup> при высоте куч 8—10 м.

Площадка для склада должна располагаться с наветренной стороны по отношению к источникам пыления, дымовым трубам и установкам с открытыми источниками огня. Требования противопожарной безопасности должны быть учтены при устройстве складов открытого хранения щепы. Пожарная опасность открытых складов щепы значительно ниже, чем складов круглых лесоматериалов. При возгорании щепы интенсивность горения зависит от скорости ветра и влажности древесины. Слой образующейся золы значительно снижает скорость горения и тепловое излучение. Температура на расстоянии 1 м от горячей поверхности щепы не превышает 100 °С, поэтому можно подойти вплотную к куче и ликвидировать огонь распыленной струей воды. Открытые склады оборудуют ленточными конвейерами и пневмотранспортными установками. Наиболее плотную укладку щепы в кучах осуществляет пневмотранспорт, которому следует отдавать предпочтение. Высота куч здесь не ограничивается стоимостью оборудования для насыпки, а трубопровод пневмосистемы можно прокладывать над кучей.

Способ открытого хранения щепы имеет ряд недостатков, к числу которых следует отнести:

- развитие биохимических процессов, вызывающих деструкцию щепы;
- потери древесины, легкогидролизуемых и смолистых веществ;
- воздействие на щепу окружающей среды, что приводит к перемешиванию ее со снегом, загрязнению минеральными примесями, смерзанию наружных слоев, потемнению и деструкции древесины под воздействием солнечной радиации.

Хорошо известно, что влажные материалы органического происхождения подвержены саморазогреванию в результате деятельности микроорганизмов. Поверхность контакта древесины с внешней средой в щепе возрастает в 150—200 раз, поэтому щепы в кучах начинают разогреваться сразу же после отсыпки.

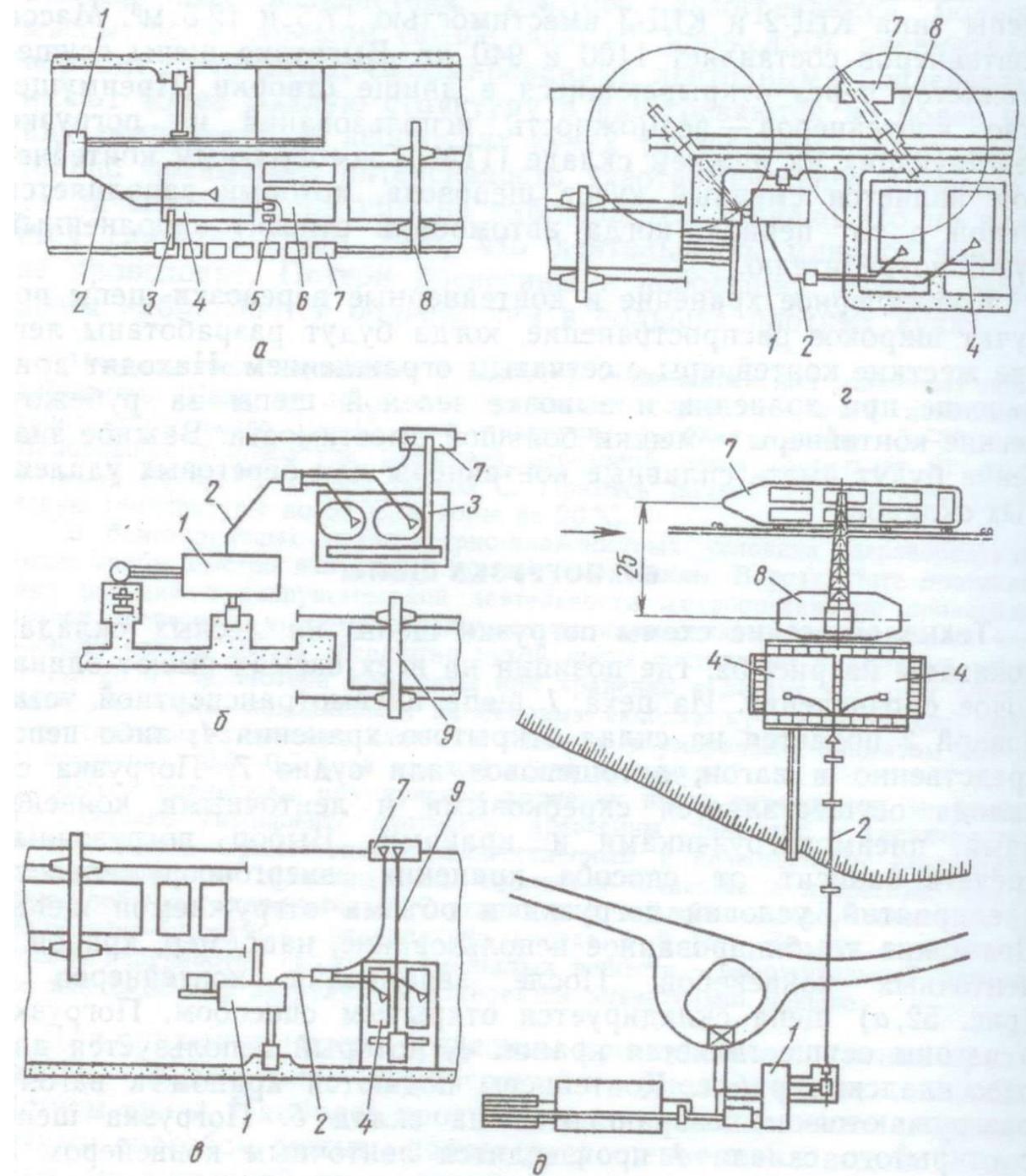
Для снижения потерь древесины при кучевом хранении предложены физические, химические и биологические способы защиты щепы. Наиболее простым, доступным, дешевым и нетоксичным способом защиты является орошение щепы водой. Плотность увлажненной щепы не меняется на протяжении 4 месяцев от начала хранения. При химических способах защиты древесина подвергается обработке водными растворами различных антисептиков. Биологические способы защиты, основанные на антагонизме грибов. Вопросы защиты измельченной древесины имеют важное народнохозяйственное значение. Несмотря на то, что щепы на лесозаготовительных предприятиях хранятся сравнительно недолго, защитную обработку целесообразно проводить в начальной стадии ее производства на лесных складах.

**Контейнерный способ хранения** имеет одно важное преимущество по сравнению с бункерным и кучевым: щепы не подвергаются здесь различным механическим воздействиям и сохраняет свое качество наилучшим образом.

Разработаны типовые конструкции жестких контейнеров для щепы типа КЩ-2 и КЩ-3 вместимостью 17,5 и 12,5 м<sup>3</sup>. Масса контейнеров составляет 1100 и 940 кг. Выгрузка щепы осуществляется через открывающиеся в днище створки. Преимущество контейнеров — возможность использования на погрузке действующих на нижнем складе ПТМ. Своеобразным контейнером является сменный кузов щеповоза, который заполняется щепой в тот период, когда автомобиль отвозит заполненный кузов потребителю. Контейнерное хранение и контейнерные перевозки щепы получают широкое распространение, когда будут разработаны легкие жесткие контейнеры с сетчатым ограждением. Находят применение при хранении и вывозке зеленой щепы за рубежом легкие контейнеры — мешки большой вместимости. Важное значение будут иметь сплавные контейнеры для береговых удаленных складов.

## ПОГРУЗКА ЩЕПЫ

Технологические схемы погрузки щепы на лесных складах показаны на рисунке, где позиции на всех схемах имеют одинаковое обозначение. Из цеха 1 щепы пневмотранспортной установкой 2 подается на склад открытого хранения 4, либо непосредственно в вагон, автощеповоз или судно 7. Погрузка со склада осуществляется скребковыми и ленточными конвейерами, пневмопогрузчиками и крапами. Выбор погрузочных средств зависит от способа хранения, энерговооруженности предприятий, условий погрузки и объема отгружаемой щепы. Возможно комбинированное использование, например, кранов и ленточных конвейеров.

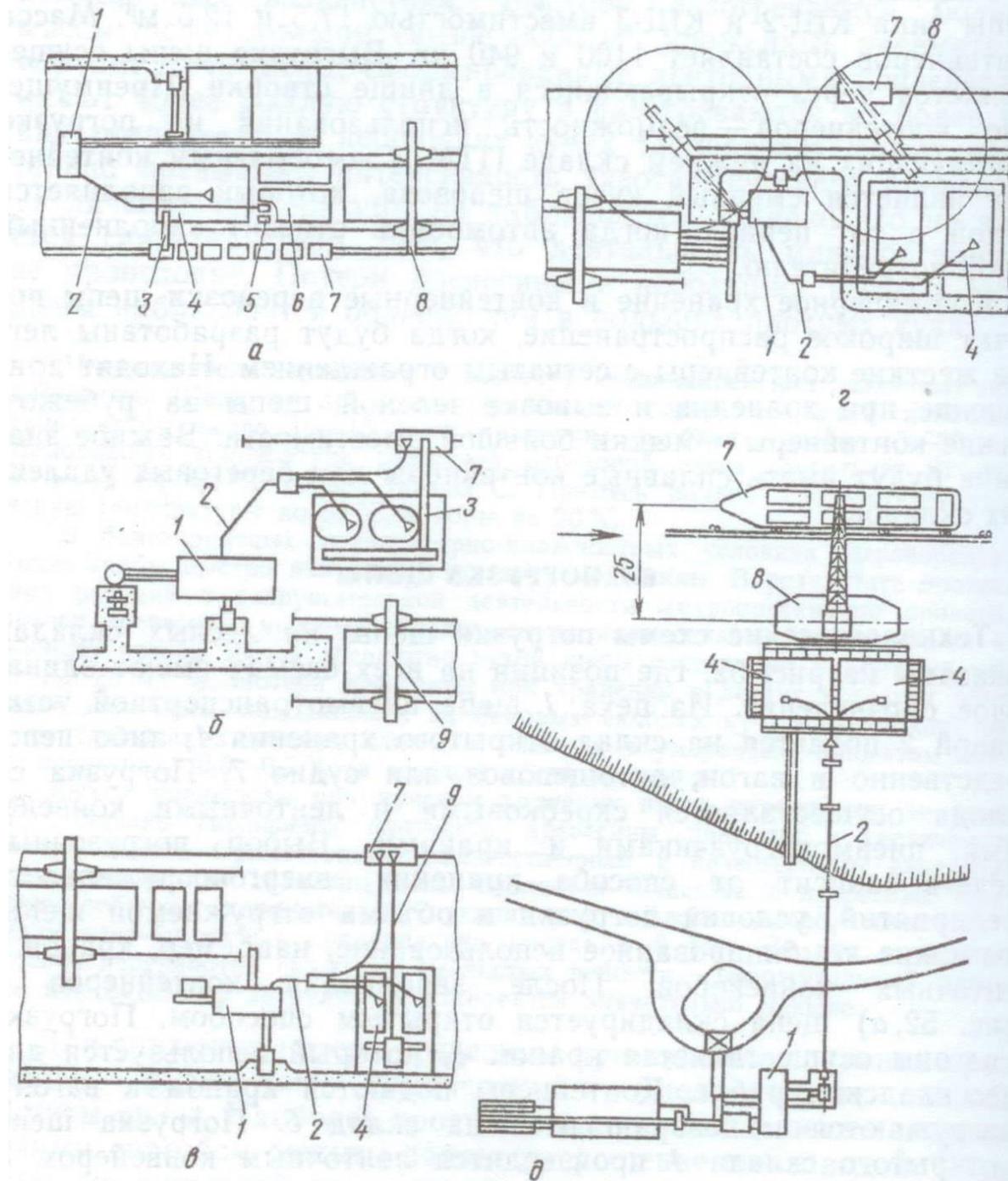


После заполнения контейнеров 5 (рис. а) щепы складировать открытым способом. Погрузка в вагоны осуществляется краном 8, который используется для лесоскладских работ. Контейнеры подаются краном к вагону, разгружаются и возвращаются на склад 6. Погрузка щепы с открытого склада 4 производится ленточным конвейером 3.

При открытом хранении щепы погрузка осуществляется ленточным конвейером 3 (рис. б) или пневмопогрузчиком 9 (рис. в). Внутрискладская пневмоустановка также переключается на погрузку щепы, которая из цеха, минуя склад, направляется в щеповоз. Погрузка щепы с открытого склада может осуществляться башенными или плавучими кранами, оборудованными специальными грейферами (рис. г, д).

$$q = \frac{N}{\text{ПЧ} L}$$

Где  $k_3$  — коэффициент запаса на «шапку»,  $k_3 = 1,05 - 1,1$ ;  
 $t$  — нормативное время простоя щеповоза под погрузкой.

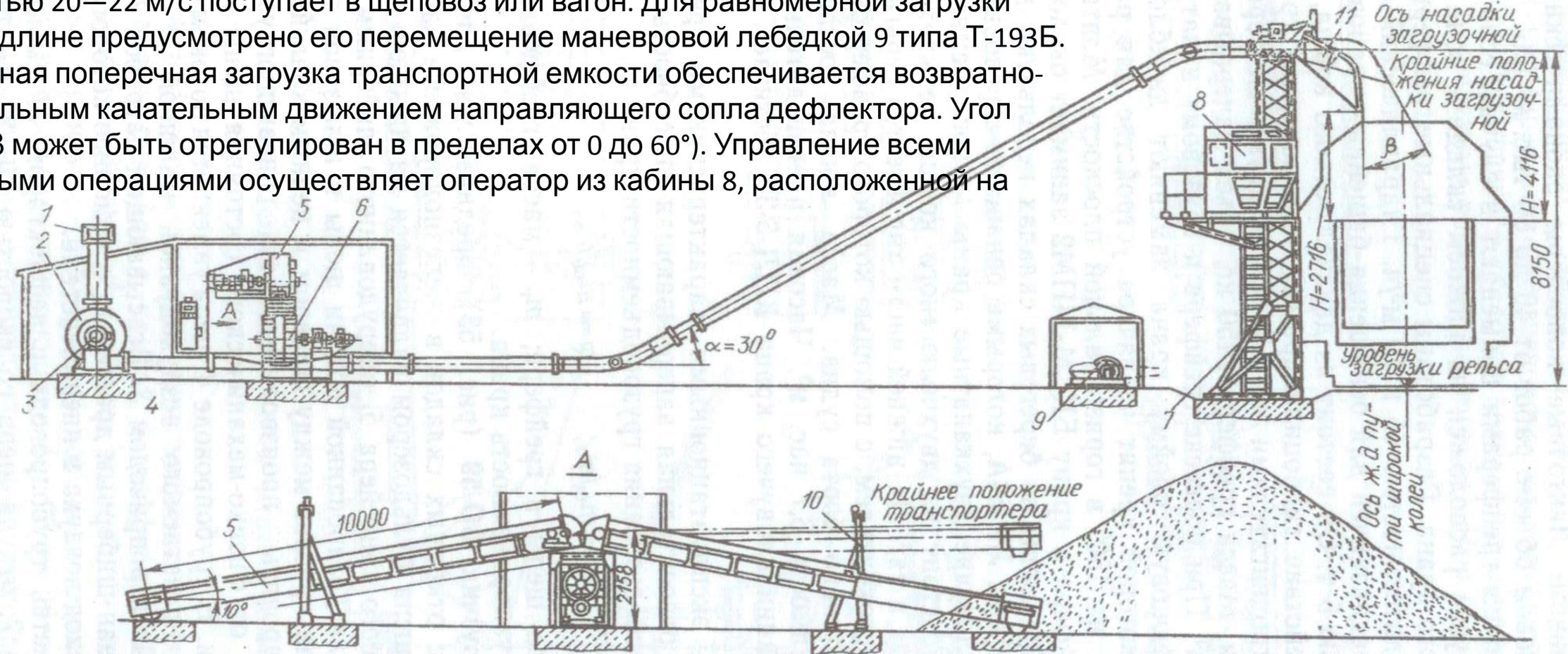


Выбор погрузочного средства зависит от объемов производства и приведенных расходов на погрузку. При годовых объемах отгрузки до 5 тыс. м<sup>3</sup> выгодно использование контейнеров, ковшовых автопогрузчиков и кранов с грейферами. При годовых объемах от 5 до 20 тыс. м<sup>3</sup> наиболее экономична погрузка щепы башенным краном с грейфером и ковшовым автопогрузчиком. При больших объемах производства (от 20 до 60 тыс. м<sup>3</sup> в год) наиболее экономична погрузка ковшовым автопогрузчиком и пневмопогрузчиком, а при объемах свыше 60 тыс. м<sup>3</sup> только пневмопогрузчиком. Ленточные конвейеры экономически выгодны при годовом объеме работ от 40 до 60 тыс. м<sup>3</sup>.

Погрузку щепы грейферами применяют в случае, если комплекс по отгрузке расположен на нижнем складе в зоне действия башенного крана. Разработаны специальные грейферы для щепы производительностью 45 и 70 м<sup>3</sup>/ч. Гидравлический грейфер ГГ-5Щ предназначен для оснащения башенных кранов грузоподъемностью 5 т. Он состоит из двухчелюстного ковша, приводимого в действие гидроцилиндрами, гидромоторной группы с двумя электродвигателями по 7,5 кВт и двумя шестеренчатыми насосами. Масса грейфера 2450 кг, объем зачерпываемой щепы 5 нас. м<sup>3</sup>. При подвеске грейфера к грузовому канату одноблочную крюковую обойму крана заменяют двухблочной траверсой, к которой крепят червячное устройство для разворота грейфера на 180° в горизонтальной плоскости. Монтаж и демонтаж грейфера к крану БКСМ-14ПМ2 занимает около 1 ч. Для погрузки щепы на береговых складах используют двухканатные грейферы ЛР-64А, которыми оснащают стреловые башенные или плавучие двухканатные краны грузоподъемностью 5 т. Грейфер состоит из двухчелюстного ковша, четырехкратного полиспаста и троса. На нижней части троса имеется серьга для соединения с успокоителем, с помощью которого грейфер ориентируют относительно борта судна. Масса ковша составляет 2610 кг, вместимость 6,7 нас. м<sup>3</sup>. Часовая производительность при использовании плавучего крана КПЛ-5-30 достигает 100 т.

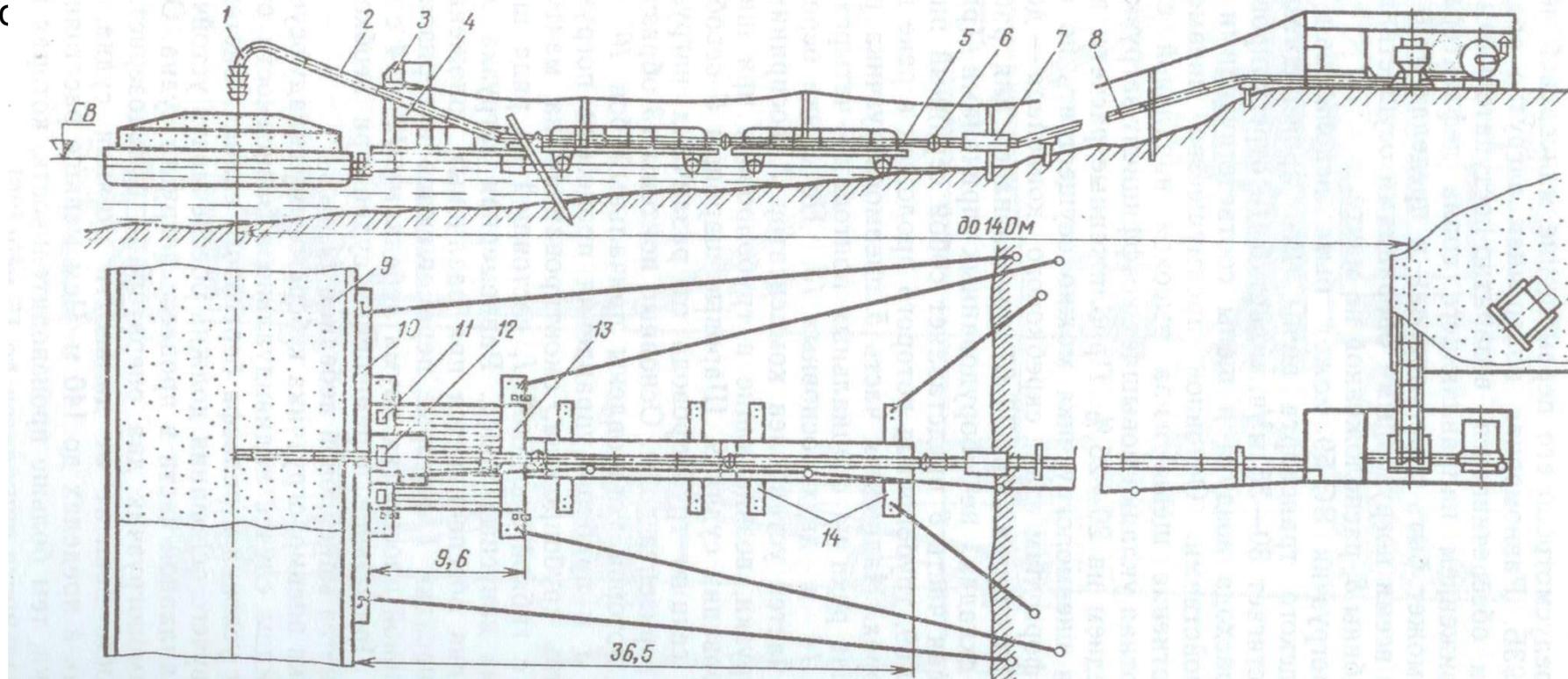
**Пневмопогрузчик ВО-59** предназначен для погрузки щепы с открытых складов в железнодорожные вагоны. Отгружаемая щепка бульдозером надвигается на нижнюю часть лотка скребкового конвейера 5, оборудованного шибером устройством 10 для дозированной подачи щепы в шлюзовую питатель 6. Изменяя просвет между шибером и цепным конвейером, можно регулировать производительность пневмопогрузчика в зависимости от физико-механического состояния щепы и условий погрузки. В трубопроводе 4 щепка увлекается потоком сжатого воздуха, нагнетаемого воздуходувной машиной 2 типа ТВ-150-1,12 с электроприводом 3. Всасывающий патрубок 1 машины оборудован шибером дросселем, с помощью которого регулируется расход воздуха в пневмосистеме.

Конечная ветвь трубопровода с дефлектором 11 смонтирована на мачте 7, откуда щепка со скоростью 20—22 м/с поступает в щеповоз или вагон. Для равномерной загрузки вагона по длине предусмотрено его перемещение маневровой лебедкой 9 типа Т-193Б. Равномерная поперечная загрузка транспортной емкости обеспечивается возвратно-поступательным качательным движением направляющего сопла дефлектора. Угол качания ( $\beta$ ) может быть отрегулирован в пределах от 0 до  $60^\circ$ ). Управление всеми погрузочными операциями осуществляет оператор из кабины 8, расположенной на мачте.



Пневмопогрузчик ВО-59 может быть использован и для внутрискладского транспорта щепы. Его производительность, которая достигает 30—35 м<sup>3</sup>/ч, может быть отрегулирована изменением расхода воздуха и щепы соответствующими шиберными устройствами. Основное преимущество пневмопогрузчика— уплотнение щепы из-за высокой начальной скорости частиц. Плотная укладка повышает коэффициент загрузки щеповозов в среднем на 20—25 %- Приближенные расчеты производительности пневмопогрузчика можно осуществить по соответствующим формулам для скребкового конвейера — дозатора.

**Пневмопогрузчик ЛТ-67** предназначен для работы на береговых складах, не оборудованных причалами. Его береговая часть 8 представляет собой серийный пневмопогрузчик ВО-59, трубопровод которого проложен к реке на деревянных опорах. Надводная часть 5 пневмопогрузчика расположена в русле реки на специальных понтонах — четырех промежуточных 14 и двух основных 13. На стыке береговой и наплавной частей установлен компенсатор 7, воспринимающий осевые нагрузки, возникающие в трубопроводе при швартовке и маневрировании судна 9. Шаровые шарниры 6 освобождают наплавную секцию трубопровода от различных нагрузок при изменении горизонта воды. Основные понтоны 13 образуют площадку, на которой установлены причальный бон 10 (заграждение), мачта 4 с кабиной 3 и приборы управления процессом погрузки. Конечная ветвь трубопровода, смонтированная на мачте, имеет консоль 2 с гибкой насадкой 1, состоящей из ряда шарнирно соединенных конусных колец. Равномерная загрузка щепы по ширине судна обеспечивается при различных положениях консоли 2 и насадки 1, которые перемещаются в горизонтальной и вертикальной плоскостях двумя лебедками 12 и 11 с электроприводом. Продольное перемещение судна при необходимости с



Привязка пневмопогрузчика к береговому складу осуществляется в каждом случае индивидуально в зависимости от гидрологических условий и рельефа берегового склона. Система крепления плавучего основания должна обеспечивать устойчивое положение наплавной части в процессе погрузки судна. Обслуживают пневмопогрузчик два оператора и бульдозерист. Производительность зависит от дальности стоянки судна, которая может быть в пределах до 140 м. Чем меньше расстояние транспортировки, тем больше производительность, которая при наибольшей дальности снижается до 15 м<sup>3</sup>/ч.

## ПЕРЕВОЗКА ЩЕПЫ

**Железнодорожный транспорт** занимает ведущее место в перевозках щепы. Примерно половина производимой в стране щепы доставляется потребителю в вагонах общего назначения и специальных вагонах-щеповозах. Расстояние перевозки достигает 2000 км и более. Для лучшего использования грузоподъемности борта универсального четырехосного полувагона с деревянной обшивкой наращивают в пределах, допускаемых габаритом подвижного состава. У шестиосного цельнометаллического вагона объемом 104 м<sup>3</sup> борта не наращивают. Небольшое увеличение его вместимости примерно на 10 % не покрывает высоких дополнительных затрат на дооборудование. Наращивание бортов требует дополнительных трудозатрат, расхода пиломатериалов и увеличения времени простоя вагонов. Хотя затраты на устройство наращенных бортов оплачивает потребитель, народнохозяйственные интересы требуют, чтобы такие вагоны использовались в специальных составах — «вертушках» только для перевозки щепы. Это позволит исключить расходы на многократную надстройку бортов и сберечь пиломатериалы. Объем вагона составляет 64,8 м<sup>3</sup>, а с устройством наращенных бортов возрастает до 100 или 112 м<sup>3</sup>. Для перевозки щепы используют также торфовозные хопперы вместимостью 62 м<sup>3</sup> и саморазгружающиеся полувагоны для угля вместимостью 91,2 м<sup>3</sup>. Недостатком вагонов общего пользования является возможность засорения щепы примесями, которые остаются от ранее перевозимых сыпучих грузов. Надставные борта и устройства затрудняют использование рыхлительных средств на разгрузке щепы и увеличивают простои вагонов. Разработаны специальные вагоны-щеповозы двух типов. Один из них представляет собой крытый цельнометаллический хоппер объемом 140 м<sup>3</sup>. Торцовые стенки наклонены под углом 40°. Вагон разделен на три секции с отдельным пневматическим механизмом открывания разгрузочных люков. Крыша вагона предохраняет щепу от загрязнения, осадков и выдувания. На торцовых стенках и под горкой — в средней части вагона — установлены четыре вибратора для интенсификации процесса выгрузки. Однако выгрузка уплотненной и смерзшейся щепы из такого вагона затруднена, так как нельзя применить механизированное рыхление. Вагон-щеповоз модели 22-478 имеет кузов цельнометаллической конструкции прямоугольного сечения объемом 135 м<sup>3</sup>. Отсутствие крыши облегчает процесс загрузки и выгрузки щепы. Но отсутствие механизации при открывании и закрывании люков, а также недостаточные углы наклона крышки люков, которые не обеспечивают гравитационного ссыпания щепы, являются основными недостатками этого вагона.

**Автомобильный транспорт** широко используют для перевозки щепы на небольшие расстояния, в пределах до 200 км. Возможность перевозки щепы непосредственно на склад потребителя и автономная разгрузка — важные преимущества автотранспорта. Устройства для саморазгрузки позволяют упростить приемные склады сырья. Автощеповозы **классифицируют по конструктивным и эксплуатационным признакам** .

По подвижному составу, используемому для перевозки щепы, различают

- кузовные автомобили общего назначения,

-специальные автопоезда и автомобили с полуприцепами, прицепами и контейнерами.

**По грузоподъемности автощеповозы** бывают

-легкие,

-средние

-большегрузные;

**по конструкции кузова** —

-рамные

-безрамные;

**по способу разгрузки**—

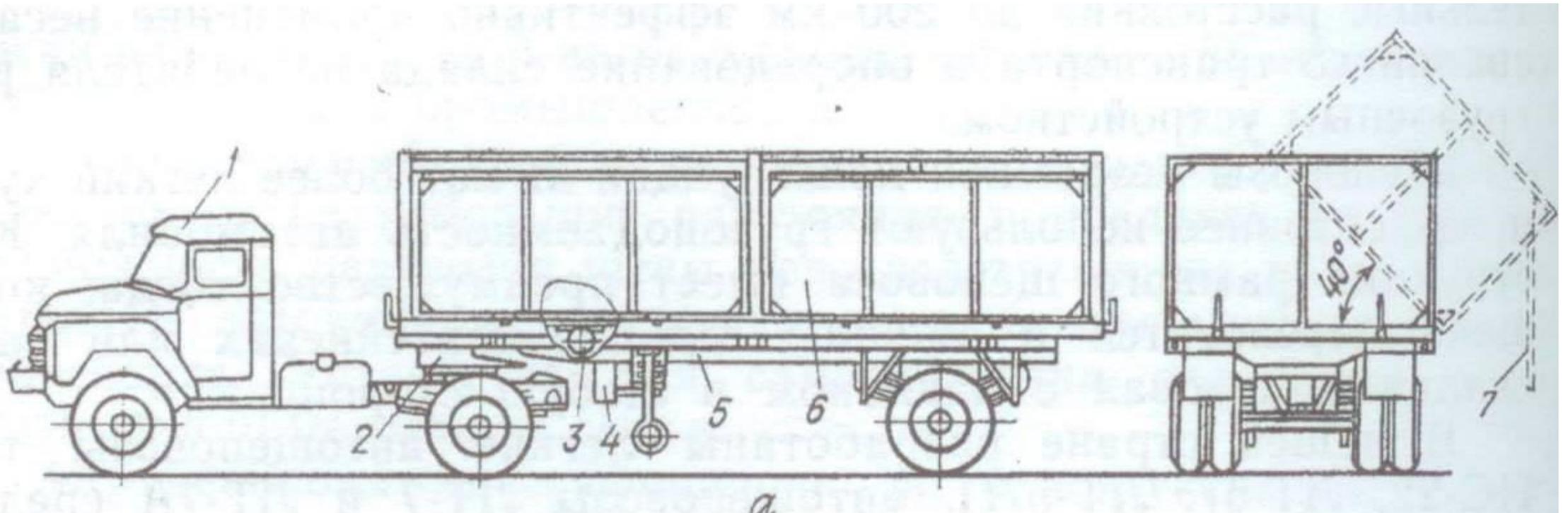
-самосвальные

-саморазгружающиеся.

Кузовные автомобили общего назначения, с наращенными бортами используют как внутризаводской транспорт или для перевозки щепы на короткие расстояния. Переоборудованные кузова автосамосвалов имеют вместимость 8— 13 м<sup>3</sup>. Для перевозки щепы на значительное расстояние автосамосвалы экономически невыгодны.

В нашей стране были разработаны легкие автощеповозы типа ПС-22, ЛТ-57, ЛТ-57П, автощеповозы ЛТ-7 и ЛТ-7А средней грузоподъемности. К большегрузным относят автощеповозы ЛТ-111 и ЛТ-7С.

Автощеповоз ПС-22 состоит из автомобиля-тягача 1 и одноосного полуприцепа с кузовом 4, объемом 22 м<sup>3</sup>. Базой щеповоза могут служить автомобили ЗИЛ -130В1 и КАЗ-608, оборудованные седельным устройством 2. На раме 5 полуприцепа помимо кузова 6, обшитого досками, монтируют два электровибратора 3 и подъемный механизм 4 с двумя гидроцилиндрами. При транспортировке кузов фиксируется на раме с помощью кронштейнов. Боковые борта 7 открывают с помощью системы рычагов. Боковая разгрузка осуществляется наклоном кузова вправо или влево на 40°.

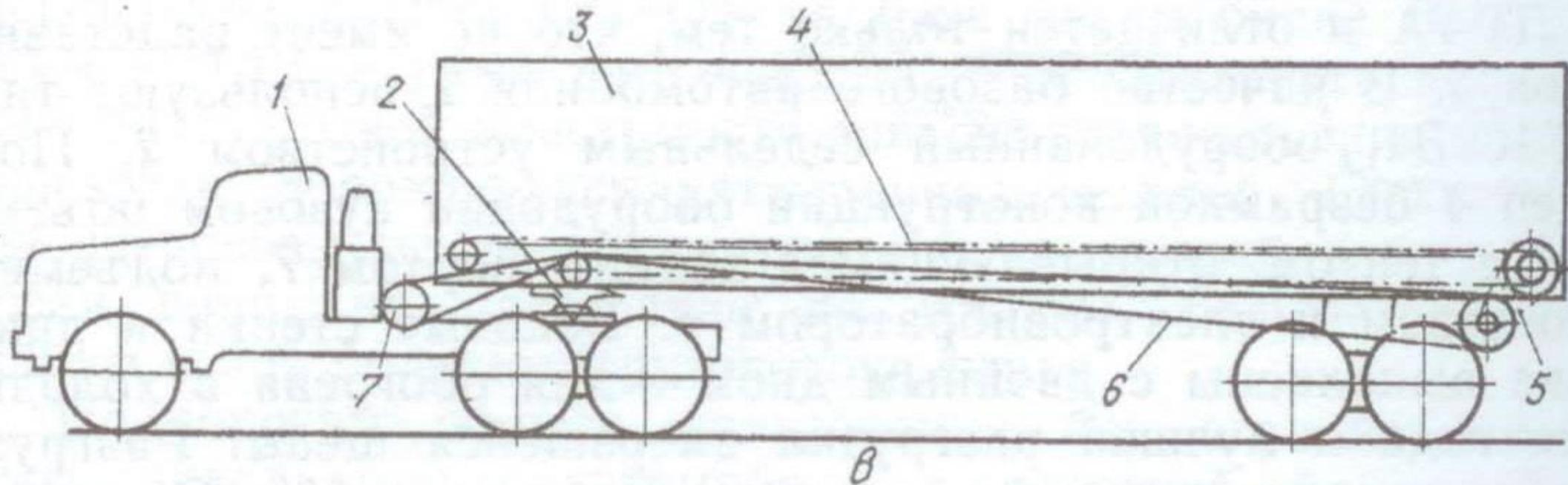


Автощеповоз ЛТ-57 оборудован самосвальным одноосным полуприцепом, который унифицирован с автощеповозом ЛТ-7А и отличается только тем, что не имеет надставных бортов 5. В качестве базового автомобиля 1 используют тягач ЗИЛ-130В1, оборудованный седельным устройством 2. Полуприцеп 4 безрамной конструкции оборудован кузовом объемом 24 м<sup>3</sup> с тентом, открываемым задним бортом 7, подъемным устройством и электровибратором 6. Боковые стенки и днище кузова выполнены с двойным дном — для обогрева в холодное время года и лучшей разгрузки смерзшейся щепы. Разгрузка осуществляется подъемом кузова на угол до 50°. Подъемное устройство имеет гидроподъемник 3 и тяговую раму 8, которая обеспечивает подкатывание полуприцепа к тягачу одновременно с подъемом кузова.

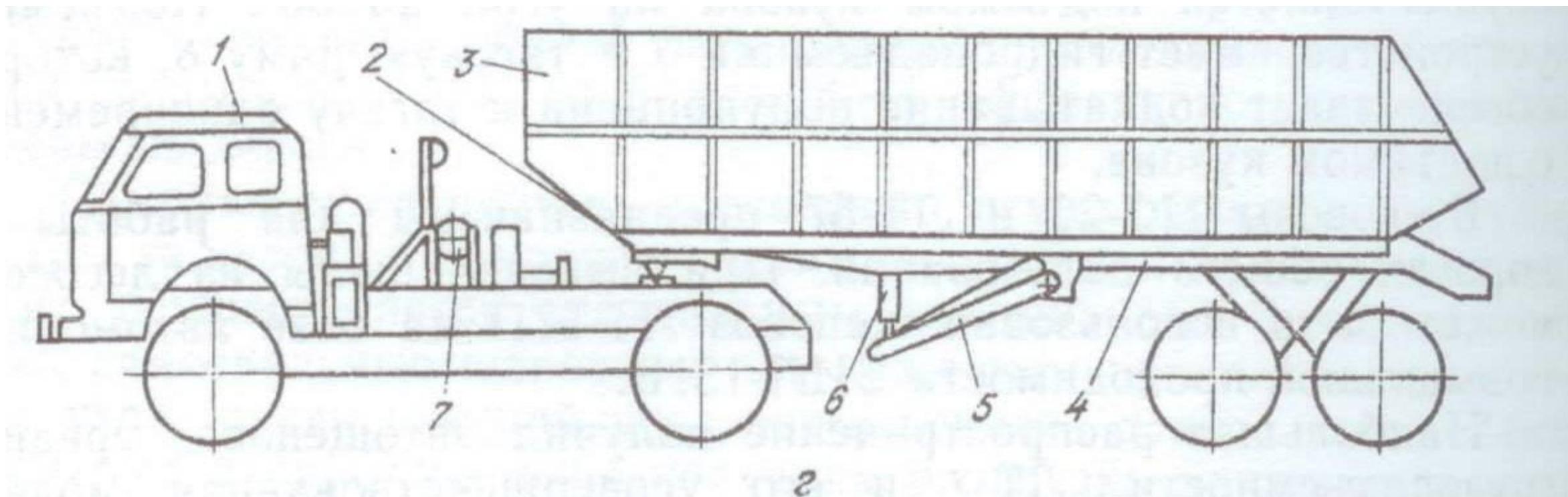


Большегрузный щеповоз ЛТ-70 состоит из автомобиля-тягача КрАЗ-258 1 и полуприцепа 3 с двухосной тележкой ТМЗ-9383. Тросовая крестообразная сцепка позволяет совпадать колеи автомобиля и полуприцепа, что обеспечивает хорошие маневровые качества при движении на кривых участках дорог. Кузов цельнометаллический, несущего типа, объемом 70 м<sup>3</sup>, оборудован легкоъемными надставными сетчатыми бортами. Двойное дно служит для подвода теплоносителя, когда требуется оттаивание примерзшей к кузову щепы. Разгрузка осуществляется скребковым конвейером 4, который движется по всей ширине днища и ссыпает щепу через открывающийся в стороны двухстворчатый задний борт. Привод ведомого шкива конвейера осуществляется от лебедки 7 автомобиля через канатную 6 и две цепные передачи 5. Ветви канатной передачи пропущены над седельно-сцепным устройством 2 через свободно вращающийся обводной блок. Это обеспечивает взаимное перемещение тягача и кузова на поворотах при постоянной длине каната. Кузов снабжен легкоъемным тентом из капронового сетчатого полотна, который препятствует

В!



Контейнеровоз типа ТМ-15 состоит из автомобиля-тягача МАЗ-509А 1, с седельным устройством 2 специального двухосного полуприцепа 4 и двух сменных контейнеров 3 объемом по 29 м<sup>3</sup>. Разгрузка и погрузка контейнера осуществляются лебедкой 7, установленной на автотягаче. Ссыпание щепы осуществляется наклоном контейнера на полуприцепе с помощью подъемного рычага 5 и трехцилиндрового гидроподъемника 6, который обеспечивает встряхивание кузова в конце подъема.



**Сменная производительность щеповозов** определяется по формуле

$$q = \frac{N}{\Pi \cdot \tau \cdot L}$$

где  $T$  — продолжительность смены, мин;

$t_{п.з.}$  — подготовительно-заключительное время, мин;

$q$  — нагрузка на рейс, м<sup>3</sup>;

$k_{п}$  — коэффициент полнодревесности;

$l$  — расстояние перевозки, км;

$t_1$  — время пробега 1 км пути в обоих направлениях, мин;

$t_2$  — время пребывания щеповоза на погрузочном и разгрузочном пунктах;

$t_2 = t_{п} + t_{р} + t_{м}$ ,

здесь  $t_{п}$  — время погрузки, мин;

$t_{р}$  — время разгрузки, мин;

$t_{м}$  — продолжительность маневрирования, мин.

Потребное количество щеповозов можно определить по их сменной производительности и среднесменной выработке щепы предприятием.

**Водный транспорт щепы** по внутренним водным путям осуществляется в сравнительно небольших объемах. На береговых складах вырабатывается 3 % щепы от общего объема производства.

Лесозаготовительные предприятия, примыкающие к рекам, имеют значительные резервы дополнительного сырья для переработки в щепу, поэтому объемы водного транспорта щепы могут возрастать. Важное значение имеет и расположение целлюлозно-бумажных предприятий, большинство из которых примыкает к водным путям. Для перевозки щепы применяют все типы судов, предназначенных для лесных и сыпучих грузов. Одно из наиболее важных требований к судну — достаточная ширина люков и высокий коэффициент вертикальной проницаемости, который показывает отношение площадей просвета люков и трюма. Для щепы целесообразно использовать баржи — площадки, открытые самоходные суда, имеющие достаточную вертикальную проницаемость, что позволяет применять на погрузке краны с грейферами для щепы.

Грузоподъемность баржи-площадки колеблется от 200 до 2800 т. Открытые трюмные суда с двойным дном и бортами имеют грузоподъемность от 1800 до 3000 т. Большинство открытых трюмных судов и некоторые типы барж-площадок выполнены несамоходными и предназначены для толкания буксиром. Загрузка щепой всех типов судов установлена в размере 50 % их грузоподъемности. Для более эффективного использования суда оборудуют устройством дополнительного грузового бункера или надстройкой бортов. Погрузку осуществляют с «шапкой», объем щепы в которой колеблется от 15 до 50%. Допустимая высота «шапки» должна обеспечивать нормальную видимость судоводителю, особенно при толкании судна, где щепка грузится с уклоном от кормовой части к носовой. При перевозке в сложных ветро-волновых условиях «шапка» должна быть укрыта тентом во избежание потерь щепы и засорения вод. Несмотря на дооборудование, использование грузоподъемности судов не превышает 70—80 %- Поэтому перспективными являются сухогрузные трюмные суда новой постройки универсального назначения. Они обладают почти полным раскрытием люков и повышенной грузоподъемностью. Их несложная модернизация по дооборудованию позволит перевозить щепу с высокой степенью загрузки и почти полным использованием грузоподъемности.

## КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И УЧЕТ ЩЕПЫ

Лабораторный анализ щепы проводят во время приемо-сдаточных испытаний отгружаемой продукции, а также в процессе ее производства. Каждое предприятие, производящее щепу, обязано контролировать ее качество в соответствии с указаниями ГОСТ 15815—83. Лабораторный анализ проводят в специально оборудованной лаборатории. Он включает контроль фракционного состава, содержания коры, гнили, минеральных примесей, формы, размеров и качества срезов частиц. Для определения качества щепы от каждой партии отбирают десять точечных проб, которые составляют контрольную пробу общей массой  $10 \pm 1$  кг. Партией считают количество щепы одной марки, оформленное одним документом о качестве. Размер партии устанавливают по согласованию с потребителем. Точечные пробы массой не менее 1 кг отбирают из транспортных средств на глубине не менее 20 см от верхнего уровня. Отбор проб может производиться и в процессе равномерной погрузки щепы ленточным транспортером. Точечную пробу отбирают через равные промежутки времени пересечением потока щепы по всей ширине ленты транспортера. Составленную контрольную пробу тщательно перемешивают и методом двукратного квартования сокращают до навески массой 2,0—2,5 кг. Вначале определяют в щепе массовую долю коры и гнили. Из приготовленной навески, которую предварительно взвешивают, вручную выбирают частицы коры и гнили, а также щепу с частичным наличием этих примесей. Их отделяют от щепы, присоединяют к отобранной коре и гнили, затем взвешивают с погрешностью не более 1 г.

Массовую долю коры или гнили  $X$  в процентах вычисляют по формуле

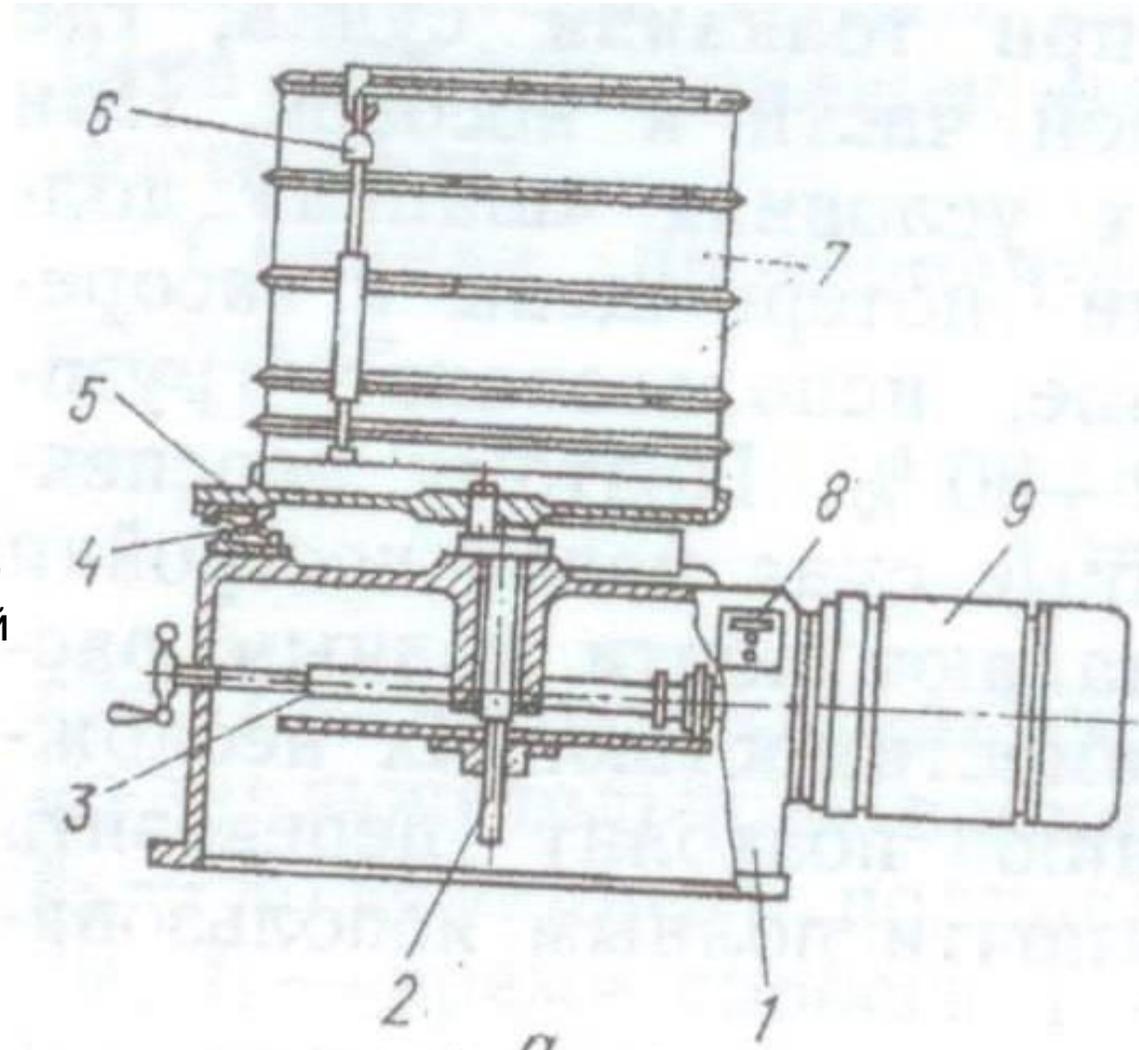
$$q = \frac{m_i}{m} \cdot 100$$

где  $m_i$  — масса коры и гнили, г;

$m$  — общая масса навески с корой и гнилью, г.

Результаты вычислений округляют до первого десятичного знака.

Фракционный состав щепы контролируют определением массовой доли остатков на ситах анализатора. Навеску щепы после отбора из нее коры и гнили просеивают на механическом лабораторном анализаторе АЛГ-М. Предварительно щепу, ширина которой больше длины, доизмельчают вручную. Анализатор представляет собой миниатюрную гирационную установку для сортировки щепы. Он состоит из корпуса 1, набора сит 7 диаметром 30, 20, 10 и 5 мм, опорной плиты 5, электродвигателя 9, эксцентрикового вала 2 и часового механизма 8. Набор сит установлен на плите 5, опирающейся на три шаровые опоры 4. В собранном виде сита наполовину утоплены одно и в другое и закреплены зажимным устройством 6. В нижней части набора установлен поддон для сбора мелочи и опилок. Навеску сыпают в короб верхнего сита, которое закрывают крышкой. После этого весь комплект сит фиксируют зажимным устройством и включают электродвигатель. Через фрикционную передачу 3 и эксцентриковый вал 2 опорная плита 5 с набором сит приводится в круговое движение в горизонтальной плоскости с частотой 3—4 сек<sup>-1</sup>. Через заданный промежуток времени, обычно не менее 1 мин, часовой механизм 8 отключает анализатор. Остаток частиц на всех ситах и поддоне взвешивают. Затем вычисляют массовую



После анализа фракционного состава определяют массовую долю в щепе хвойных или лиственных пород. Для этого отбирают 100 г щепы, оставшейся на сите с отверстиями диаметром 10 мм. Щепу сыпают в стакан вместимостью 500 см<sup>3</sup>, сделанный из нержавеющей стали со сквозными отверстиями. Сетчатый стакан помещают в фарфоровый стакан, который заливают 1 %-ным раствором марганцовокислого калия. Через 2 мин сетчатый стакан вынимают и щепу промывают водой. После промывки пробу в течение 2 мин обрабатывают 12 %-ным раствором соляной кислоты. Затем щепу снова промывают и в течение 1 мин обрабатывают водным 1 %-ным раствором аммиака. В результате такой обработки щепа из древесины лиственных пород приобретает пурпурно-красную окраску, а хвойная — желтую. Частицы слегка отжимают фильтровальной бумагой, сортируют по цвету и взвешивают. Массовая доля щепы лиственных пород X<sub>2</sub> в процентах составляет:

$$q = \frac{N}{\text{ПЧ} L}$$

где  $m_1$  — масса щепы лиственных пород, г;

$m_2$  — общая масса хвойных пород, г.

Аналогично определяется массовая доля щепы хвойных пород X<sub>3</sub>.

Контроль содержания минеральных примесей проводят в два этапа.

Вначале из навески щепы, еще до контроля фракционного состава, отбирают и взвешивают крупные минеральные примеси размером 3 мм и более.

На втором этапе определяют массовую долю мелких минеральных примесей размером менее 3 мм. Для этого берут 2 г высушенных до постоянной массы частиц щепы, прошедших в анализаторе через сито с отверстиями диаметром 5 мм. Взятую пробу помещают в стеклянный цилиндр несложного лабораторного прибора, рекомендованного стандартом. Предварительно в цилиндр заливают 70 см<sup>3</sup> раствора хлористого цинка или насыщенный раствор любой соли плотностью 1400— 1600 кг/м<sup>3</sup>. Содержимое цилиндра перемешивают, чтобы механически отделить прилипшие к щепе мелкие минеральные примеси. После отстаивания суспензии всплывшие частицы древесины с раствором хлористого цинка сливают в один стакан, а оставшийся раствор с осадком минеральных примесей — в другой. Затем этот раствор фильтруют. Фильтр с минеральными примесями сушат до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре 105 °С, после чего взвешивают с точностью до 0,01 г. Массовую долю минеральных примесей ( $X_4$ ) в процентах вычисляют по формуле:

$$q = \frac{N}{\Pi \text{ч } L}$$

где  $m$  — масса навески щепы до контроля фракционного состава;

$m_1$  — масса частиц минеральных примесей размером более 3 мм;

$m_2$  — масса минеральных примесей в 2 г остатка на поддоне;

$m_3$  — масса остатка на поддоне, определенная при контроле фракционного состава

На заключительном этапе лабораторного контроля определяют массовую долю частиц с мятыми кромками. Мятыми считают кромки, обмятые по всей ширине частиц. Состояние кромок оценивают визуально. Для испытаний берут пробу щепы массой 100 г из остатка на сите с отверстиями диаметром 20 мм. Массовую долю щепы с мятыми кромками  $X_5$  в процентах вычисляют по формуле:

$$q = \frac{N}{\text{ПЧ } L}$$

где  $m_1$  — масса частиц с мятыми кромками;

$m_2$  — масса частиц без мятых кромок в пробе щепы.

Обугленные частицы и металлические включения в щепе определяют также визуально.

Угол среза древесных частиц контролируют шаблоном.

Результаты анализа регистрируют в лабораторном журнале и сообщают в цех.

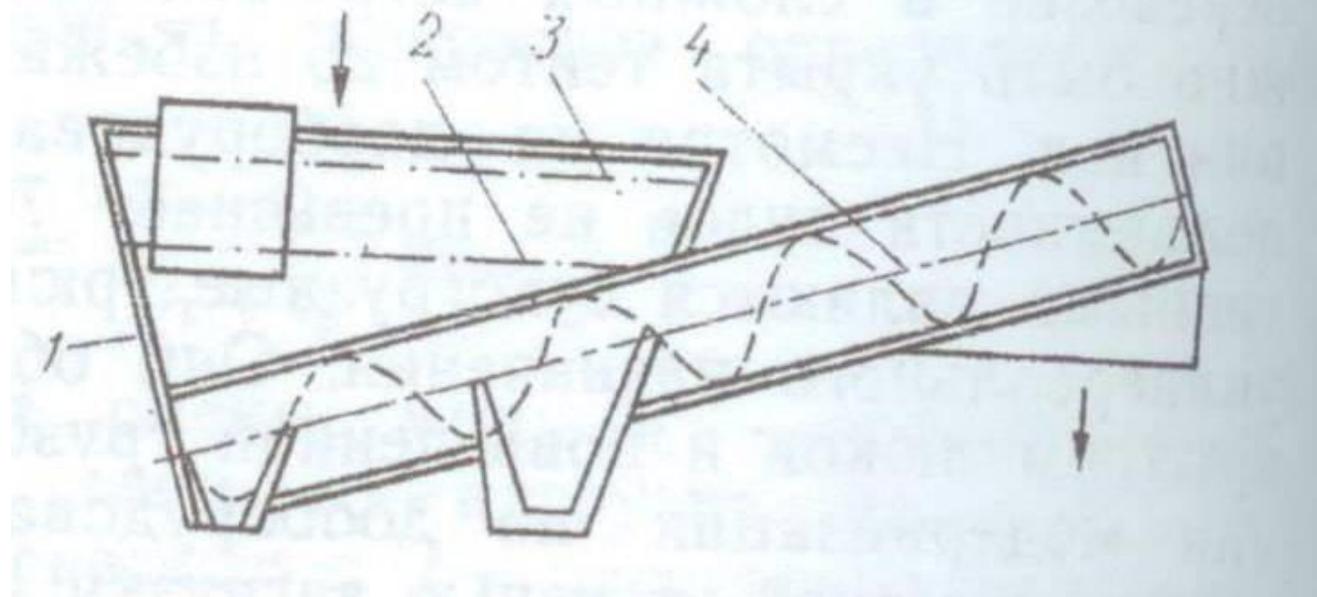
Регулярный контроль качества щепы позволяет своевременно обнаружить неполадки в работе оборудования и произвести его необходимую наладку.

В обязанности лаборатории входит определение и других параметров щепы, необходимых при ее учете.

**Учет щепы**, который производят в кубических метрах плотной массы, необходим как для определения производительности работы смен и цехов, так и для контроля количества продукции, отгружаемой потребителю. Разработаны специальные учетчики щепы, которые реализуют объемный и весовой способы учета. Объемный учетчик щепы ЛВ-132, работающий в автоматическом режиме, оборудован приемным бункером- накопителем щепы 1, двухвинтовым конвейером 4, датчиками 2 и 3 верхнего и нижнего уровней щепы в бункере. При заполнении бункера щепой датчик 3 включает винтовой конвейер учетчика. При отсутствии щепы срабатывает датчик 2 нижнего уровня и останавливает его работу. Учет щепы ведется с погрешностью  $\pm 4\%$  по числу оборотов конвейера, винты которого вращаются с частотой 25 мин<sup>-1</sup>. Производительность учетчика составляет 16 пл. м<sup>3</sup>/ч. Рекомендуется установка учетчика в цехе между сортировкой и питателем пневмотранспортной установки, который смещают на расстояние немногим более 2 м. Разрабатывается система учета щепы в уравнительном бункере, куда она поступает после рубительной машины и накапливается перед сортировочной установкой. Объемный учет щепы может производиться также по числу заполняемых мерных емкостей: контейнеров, бункеров, щеповозов, вагонов. Подсчет объема щепы Q производится по формуле:

$$Q=n*V*kп$$

где n — число заполненных мерных емкостей;  
V — объем мерной емкости, м<sup>3</sup>;  
кп — коэффициент полнодревесности щепы;  
при погрузке щепы механическими устройствами  
величина коэффициента принимается равной 0,36,  
при пневмопогрузке 0,41.



Объемный метод учета в мерных емкостях характеризуется недостаточной точностью из-за погрешностей при определении плотного объема и изменчивости коэффициента полнодревесности, который зависит от многих, иногда трудноучитываемых факторов.

**Весовой способ учета** основан на измерении массы щепы в абсолютно сухом состоянии, что позволяет избежать влияние возможных изменений влажности древесины во время перевозки. Весовой метод наиболее объективен, но имеет некоторые погрешности из-за большой изменчивости плотности древесины и ее влажности.

Для взвешивания щепы применяют автоматические порционные, крановые, вагонные и другие весоизмерительные устройства.

При перевозке щепы водным транспортом массу щепы определяют по осадке судов. Перевод массы сырой щепы в массу в абсолютно сухом состоянии осуществляют при помощи переводного коэффициента, значения которого устанавливают экспериментально путем выборочных контрольных проб.

Массу щепы в абсолютно сухом состоянии  $m_0$  определяют по формуле:

$$m_0 = m_w * k_m$$

где  $m_w$  — масса щепы, измеренная при взвешивании;

$k_m$  — переводной коэффициент, который определяют измерением абсолютной влажности щепы  $W$ :

$$q = \frac{N}{\Pi \text{ч } L}$$

где  $q_0$  — масса пробы щепы при нулевой влажности древесины;

$q_w$  — масса пробы влажной щепы.

Разработан весовой учетчик щепы ВО-63 на базе автоматических порционных весов. После сортировки в машине 1 щепа поступает в приемный бункер и скребковым конвейером 2 подается в перепускное устройство 8, через которое сыпается в порционные весы 7 типа Д 100-3. Весы с опорным столом 5 смонтированы на металлической раме высотой 5 м и расположены над шлюзовым питателем 3 пневмотранспортной установки. Учет ведется по количеству взвешенных порций щепы. По заполнению бункера весов до заданной массы щепы автоматически высыпается и по лотку 6 сыпается в приемник 4 шлюзового питателя. Погрешность измерений массы щепы учетчиком составляет  $\pm 1\%$ , производительность — от 3 до 10 т/ч.

