

# Асфальтобетонные заводы (АБЗ)

Асфальтобетонные заводы и  
установки (асфальтосмесители)  
предназначены для приготовления  
асфальтобетонных смесей

Требования к асфальтобетонным смесям регламентируются в РБ  
СТБ 1033-96, а в РФ – ГОСТ 9128-84

*Процесс приготовления асфальтобетонных смесей состоит из следующих основных операций: подача песка и щебня в сушильный барабан; просушивания и нагрева песка и щебня; сортировки нагретых песка и щебня по группам гранулометрического состава; нагрева битума; дозирования песка, щебня, минерального порошка и битума в соответствии с заданным составом смеси; перемешивания минеральных составляющих смеси с битумом.*

При использовании нефтяных битумов смесь должна иметь температуру 130...160°С, при использовании сланцевых – 110...130°С.

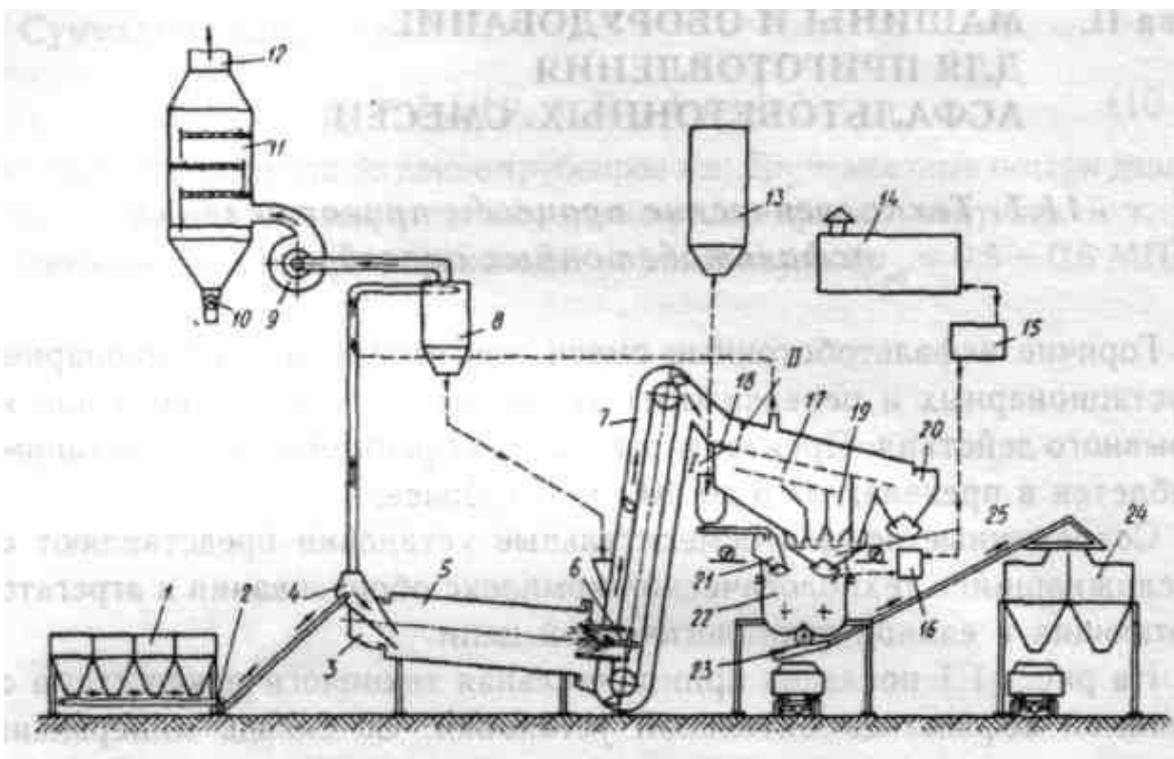
## Классификация асфальтосмесительных установок и заводов (АБЗ)

Производительность асфальтосмесительных установок является главным параметром. Различают установки малой (до 40 т/ч), средней (50-100 т/ч), большой производительности (150-350 т/ч) и производительностью более 400 т/ч.

Асфальтосмесительные установки бывают передвижными, полустационарными и стационарными.

По конструктивной компоновке агрегатов установки разделяют на башенные и партерные.

По технологии смешивания различают асфальтосмесительные установки периодического и непрерывного действия.



Песок и щебень поступают со склада материалов в агрегат питания для предварительного дозирования и подачи их к сушильному агрегату, откуда просушенные и нагретые материалы подаются многоковшовым элеватором на грохот. Рассортированный материал попадает в соответствующие отсеки бункера минеральных материалов. В один из отсеков поступает минеральный порошок. Каждая фракция минеральных материалов последовательно взвешивается на суммирующем весовом устройстве, после чего поступает в двухвальную лопастную мешалку, в которую из дозирующего устройства подается битум. Готовая смесь выгружается из мешалки в автотранспортные средства или накопительный бункер при помощи скипового подъемника.

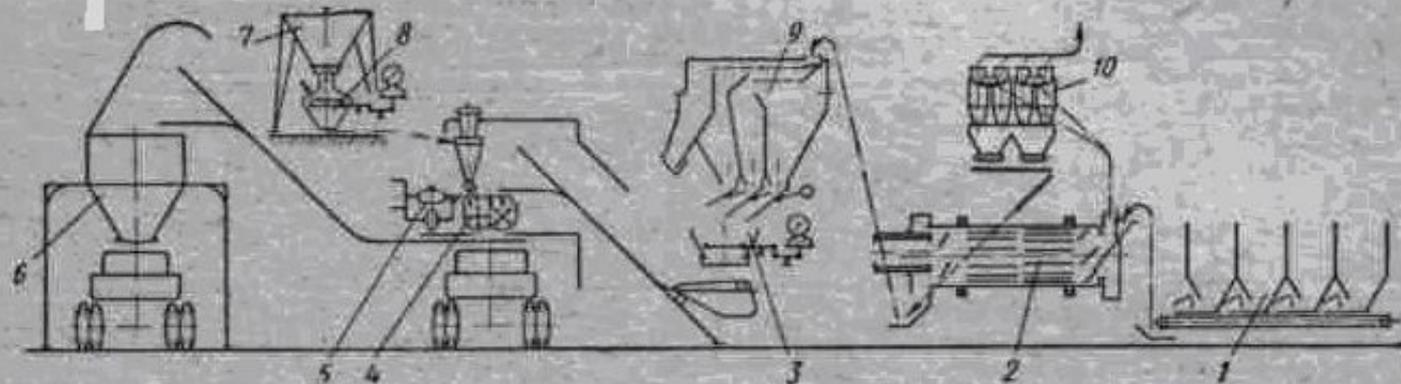


Схема комплекта оборудования партерной схемы с мешалкой периодического действия:

1 — агрегат питания; 2 — сушильный агрегат; 3 — устройство для дозирования песка и щебня; 4 — мешалка; 5 — устройство для дозирования битума; 6 — накопительный бункер; 7 — бункер минерального порошка; 8 — устройство для дозирования минерального порошка; 9 — сортировочное устройство; 10 — устройство для обеспыливания дымовых газов

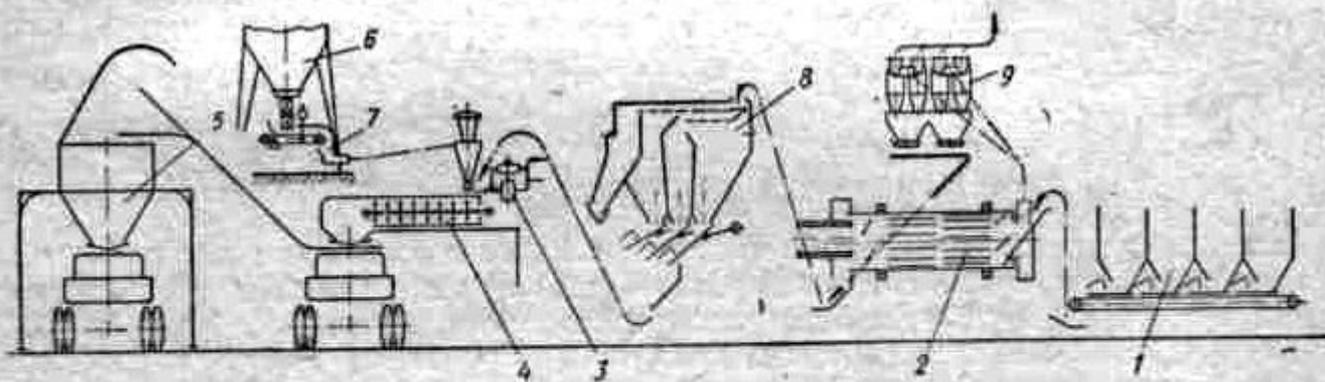


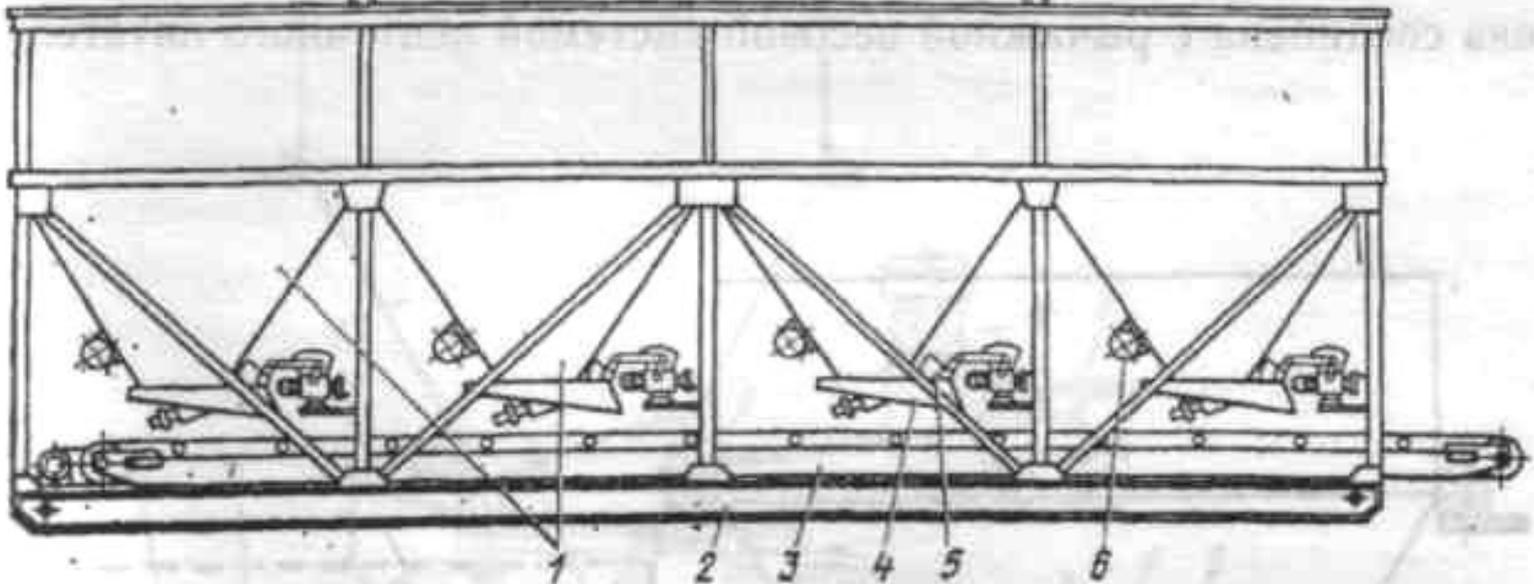
Схема комплектов оборудования с мешалкой непрерывного действия:

1 — агрегат питания; 2 — сушильный агрегат; 3 — устройство для дозирования битума; 4 — мешалка; 5 — накопительный бункер; 6 — бункер минерального порошка; 7 — устройство для дозирования минерального порошка; 8 — сортировочное устройство; 9 — устройство для обеспыливания дымовых газов

# Агрегат питания

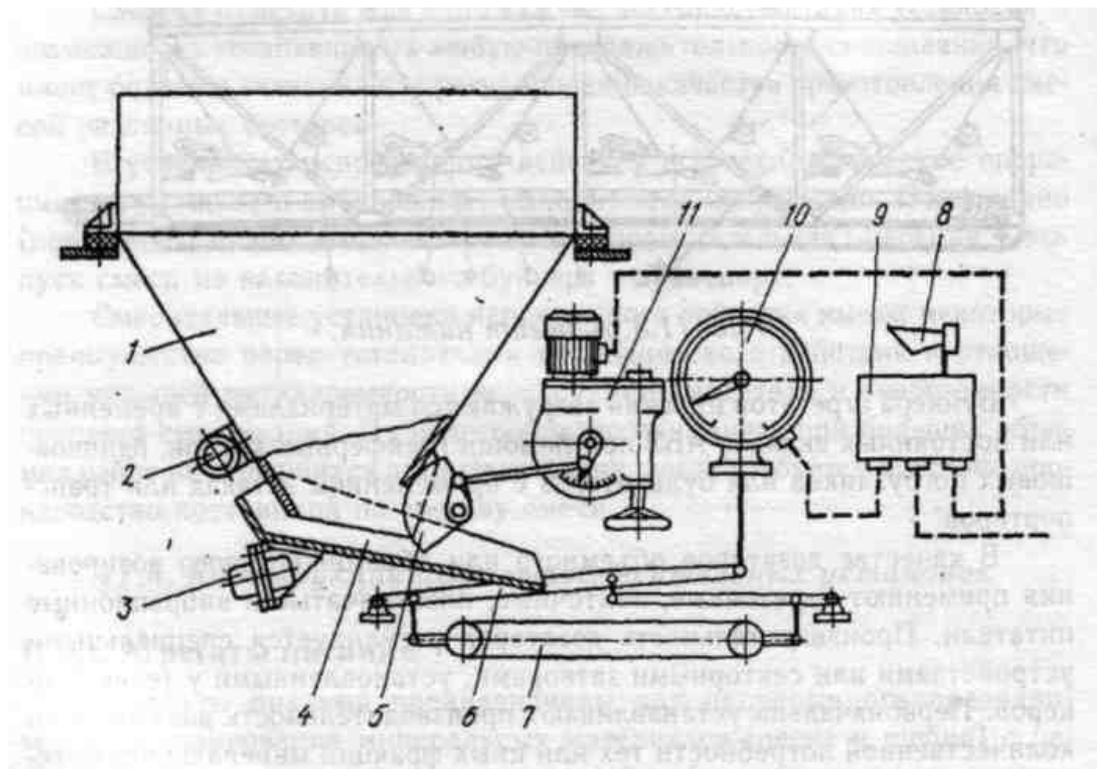
Служит для предварительного дозирования песка и щебня ленточными питателями и равномерной подачи их в сушильный барабан. Агрегат питания состоит из бункеров 1, установленных на раме 2, ленточного питателя 3, дозаторов-питателей 4, сводообрушителей 6, решетки над бункером, исключающей попадание негабаритного материала.

Бункера агрегатов питания загружаются материалами с временных или постоянных складов АБЗ при помощи грейферных кранов, одноков-шовых погрузчиков или бульдозеров с применением эстакад или транспортеров.



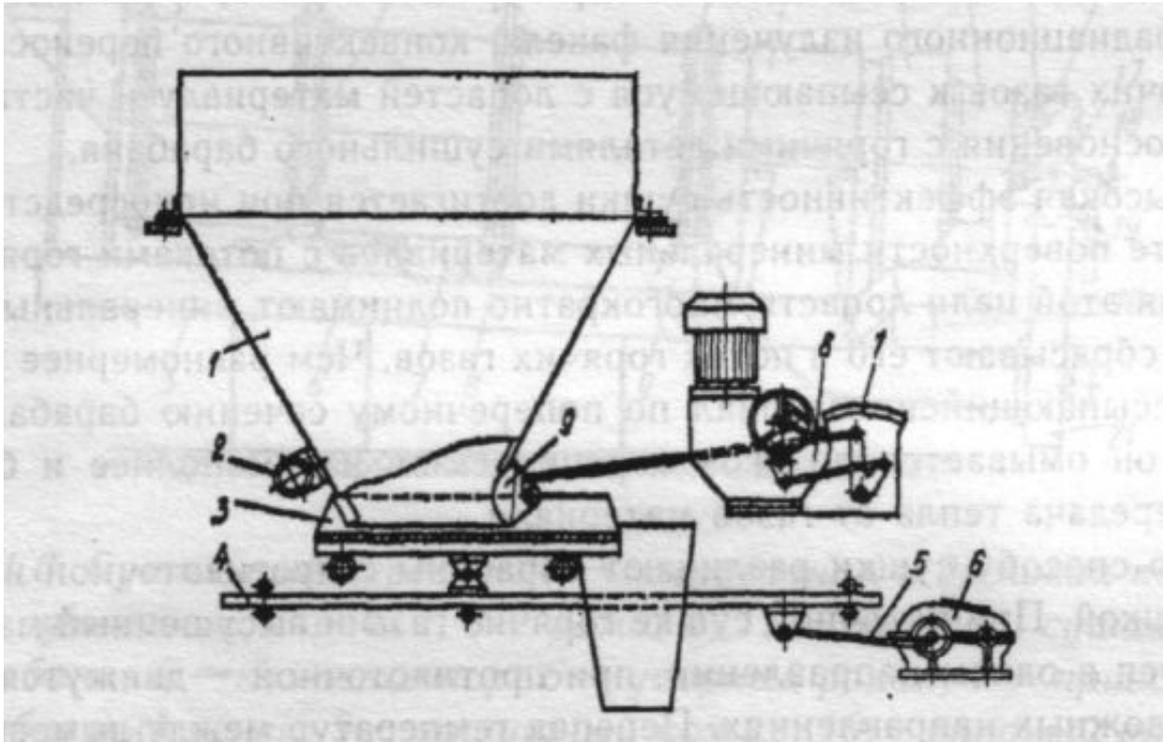
В качестве дозаторов объемного или объемно-весового дозирования применяют кареточные, ленточные, пластинчатые и вибрационные питатели. Производительность дозаторов обычно регулируется секторными затворами.

В агрегатах питания для дозирования щебня используются кареточные, пластинчатые и вибрационные питатели, а для дозирования песка - ленточные.



*Вибрационный дозатор-питатель: 1 - бункер; 2 - сводообрушитель; 3 - вибровозбудитель; 4 - вибролоток; 5 - секторный затвор; 6 - рычажно-весовая система; 7 - ленточный датчик-питатель; 8 - звуковой сигнал; 9 - пульт управления; 10 - весовая головка; 11 - сервомеханизм.*

Кареточные питатели находят широкое применение в агрегатах питания. Кареточный питатель имеет качающийся стол 3 с возвратно-поступательным движением. Ход стола не превышает обычно 40-60 мм. Число двойных ходов в минуту находится в пределах 40-60. Стол питателя установлен на роликах и приводится в движение посредством водила 4 и шатуна 5 от редуктора механизма качания 6. Обычно один механизм качания приводит в действие все столы агрегата питания.

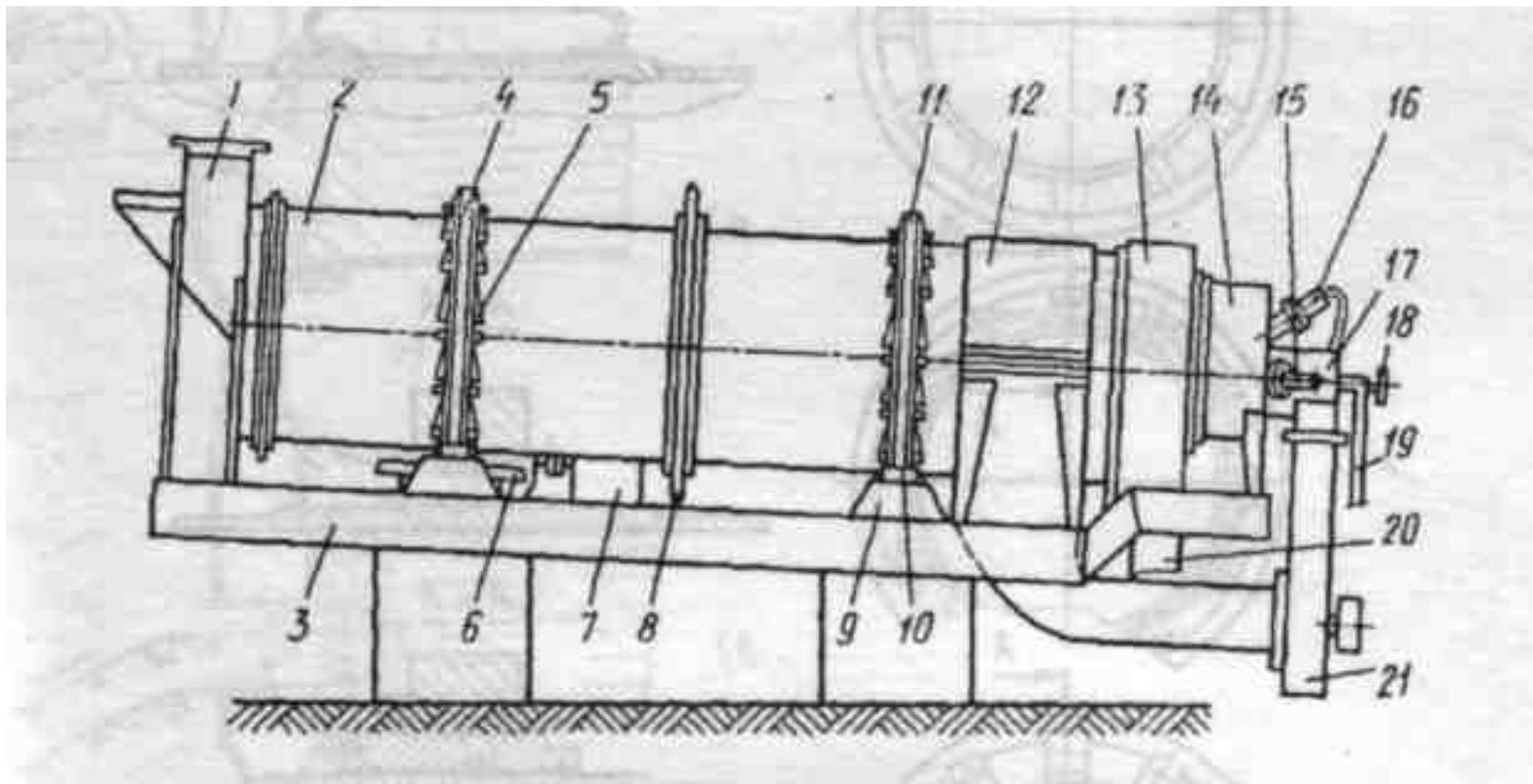


## Сушильный барабан

Сушильный барабан предназначен для сушки и нагрева до рабочей температуры песка и щебня. Нагрев осуществляется дымовыми газами, полученными при сгорании жидкого топлива или газа в форсунке.

Выпаривание влаги и нагревание песка и щебня до температуры 160-250°С в сушильных барабанах происходит вследствие радиационного излучения факела пламени, конвективного переноса теплоты от горячих газов материалу и частично от соприкосновения с горячими деталями сушильного барабана. Контакт минеральных материалов с горячими газами происходит при многократном подъеме лопастями и сбрасывании их в поток горячих газов.

Барабаны бывают с противоточной и поточной сушкой. Перепад температур между дымовыми газами и материалом составляет 150...200°С. При поточной сушке температура дымовых газов равна 350...400°С, а при противоточной – 180...200°С. Это значит, что коэффициент использования теплоты горячих газов в барабанах с противоточной сушкой выше, чем в барабанах с поточной сушкой.



Сушильный барабан: 1 - загрузочная и дымовая коробки; 2 - сушильный барабан; 3 - рама; 4,11- бандажии сушильного барабана; 5 - компенсатор; 6 - упорный ролик; 7 - привод; 8 - зубчатый венец; 9 - защитный кожух; 10 - опорный ролик; 12 - кожух охлаждения барабана; 13 - разгрузочная коробка; 14 - топка; 15 - запальная форсунка; 16 - датчик горения топлива; 17 - форсунка; 18 - регулировка подачи топлива; 19 - топливопровод; 20 - разгрузочный (ссыпной) лоток; 21 - вентилятор охлаждения барабана и распыла топлива.

Внутри барабан разделен на три зоны. В первой зоне расположены винтовые отбрасывающие лопасти, обеспечивающие перемещение материала от загрузочного торца и предотвращающие его пересыпание обратно в загрузочную коробку.

Вторая зона имеет подъемно-сбрасывающие лопасти, параллельные оси барабана. Перемещение материала вдоль оси обеспечивается наклоном барабана к горизонту под углом 3-6°.

В третьей зоне длиной 0,4-0,6 диаметра барабана осуществляется разгрузка и там устанавливают лопасти под углом 20-30° к оси барабана, что ускоряет продвижение материалов и предохраняет их от пережога.

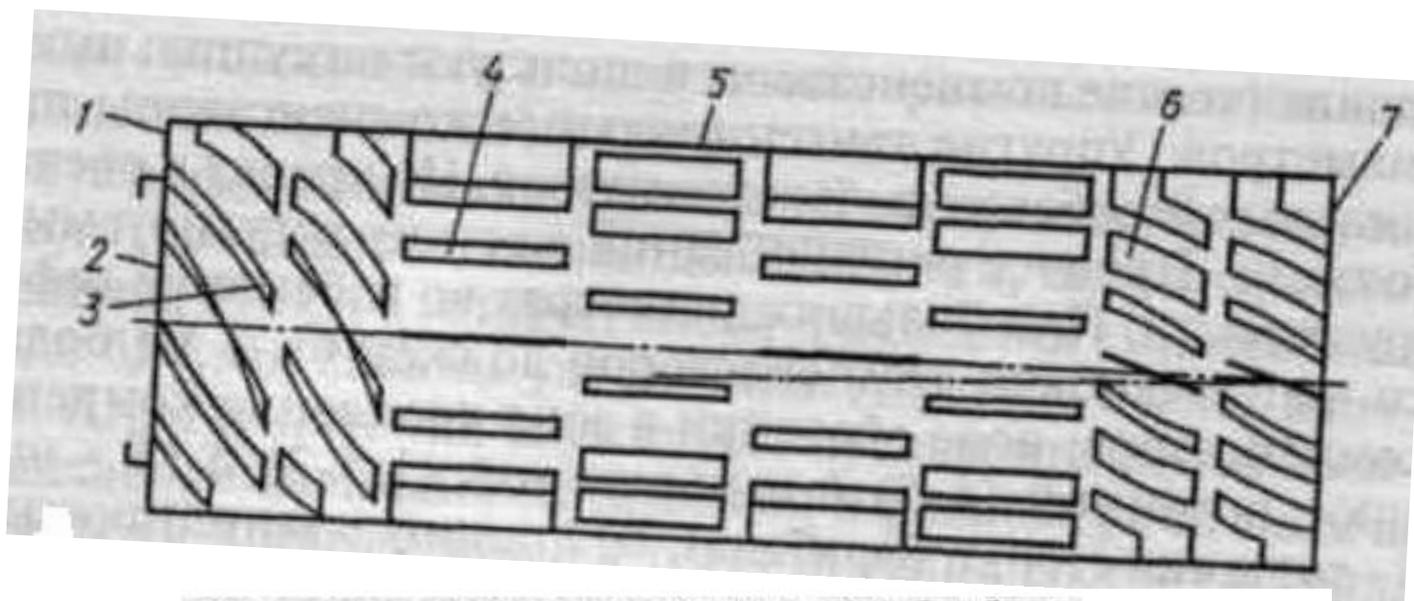
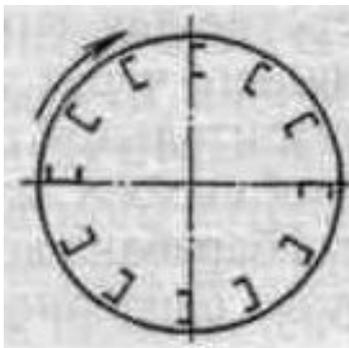


Схема расположения лопастей сушильного барабана:

1 - торец барабана с загрузочным отверстием; 2 - отверстие для выхода отработавших газов; 3 - отбрасывающие лопасти; 4 - подъемно-сбрасывающие лопасти; 5 - обечайка барабана; 6 - разгрузочные лопасти; 7 - отверстие для выхода высушенного материала

Подъемно-сбрасывающие лопасти бывают корытообразными (а); закрытыми (б); криволинейными (в); плоскими (г).

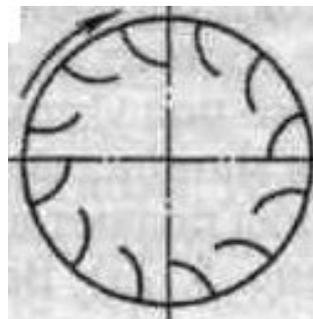
Лопасты устанавливают в несколько рядов по длине барабана. В соседних рядах их смещают на полшага. Лопасты холодной части барабана приварены, а в горячей части прикреплены болтами во избежание деформации.



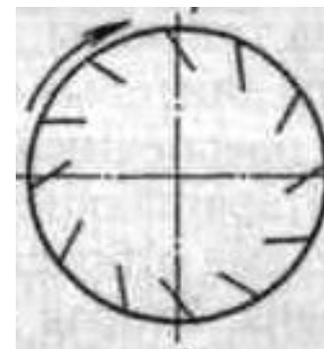
а)



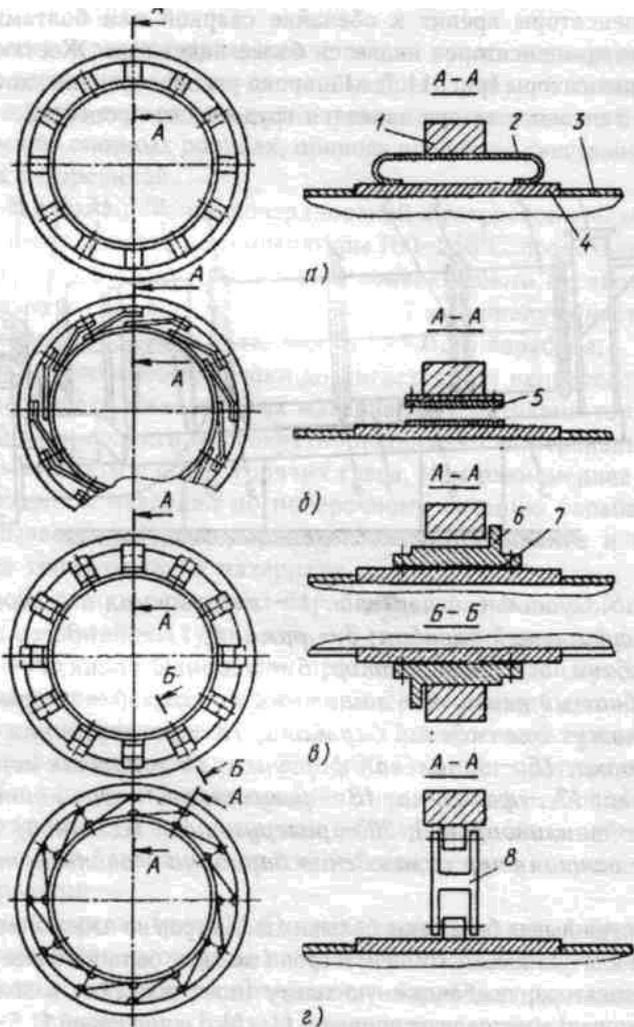
б)



в)



г)



Типы компенсаторов: 1 – бандаж; 2 – эллиптический компенсатор; 3 – обечайка барабана; 4 – подбандажная плита; 5 – тангенциальный компенсатор; 6 – опорный башмак; 7 – регулировочные прокладки; 8 – шарнирный компенсатор.

Барабан опирается на опорные ролики через бандажи, которые из-за разных температурных деформаций барабана и бандажей прикреплены к поверхности барабана при помощи компенсаторов.

Эллиптические компенсаторы хорошо зарекомендовали себя на сушильных барабанах малых диаметров и только со стороны дымовой коробки.

Упругие тангенциальные компенсаторы широко применяют на сушильных барабанах любых диаметров. Болтовое крепление этих компенсаторов является более надежным.

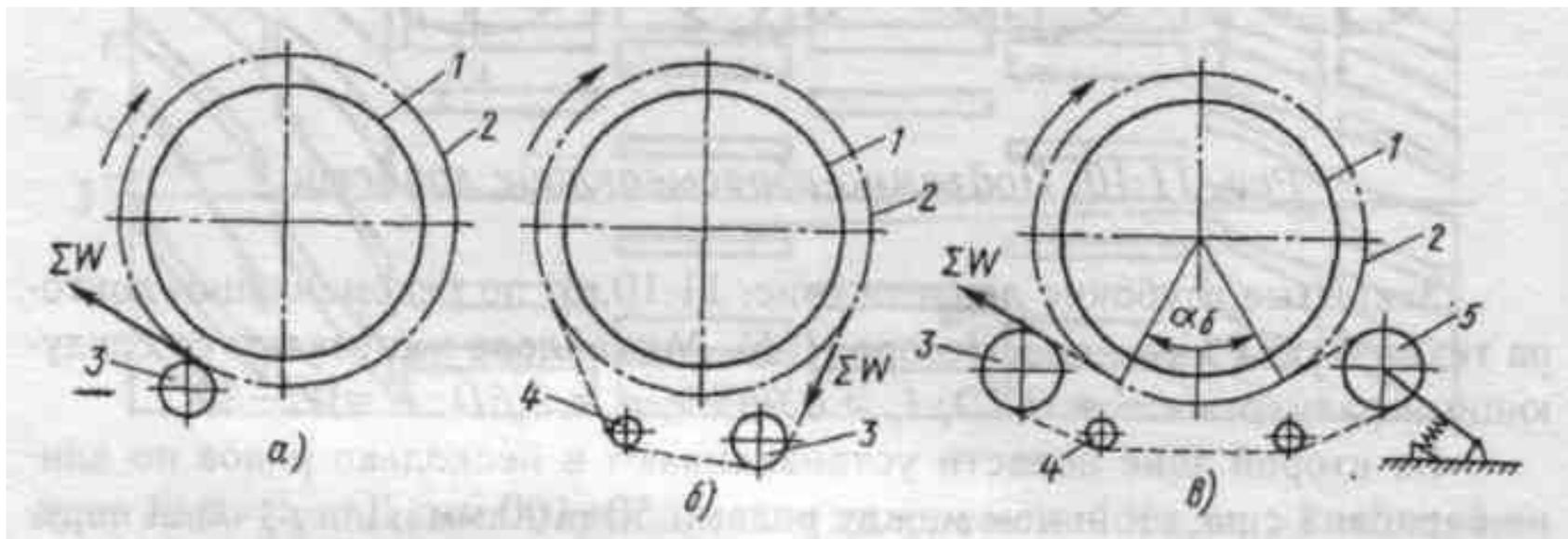
Жесткие регулируемые компенсаторы широко распространены, хотя регулирование их теплового зазора является трудоемким процессом.

Шарнирные тангенциальные компенсаторы применяют на сверхмощных сушильных барабанах и обжиговых печах.

Вращение сушильного барабана осуществляется шестеренным, цепным или фрикционным приводом.

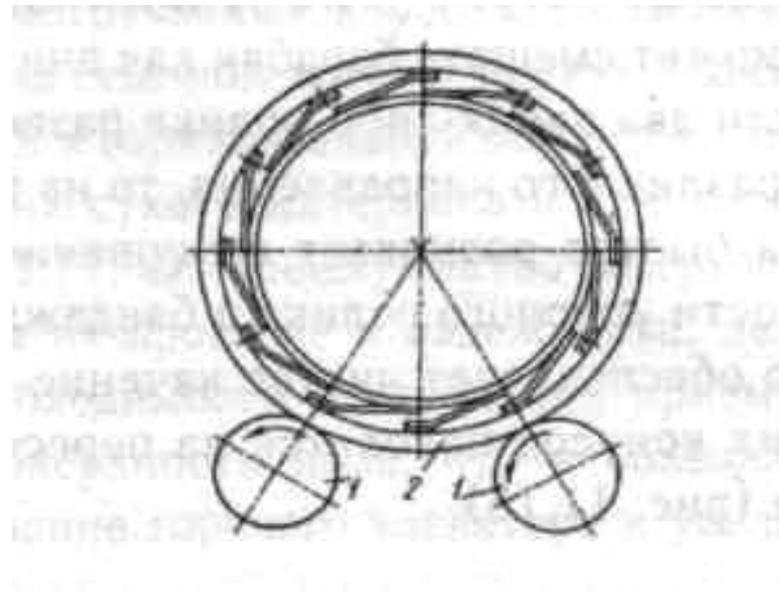
При высокой надежности и долговечности шестеренный привод необходимо регулировать при монтаже зубчатого венца и он имеет высокую стоимость.

Цепной привод проще по конструкции. Цепная передача тангенциального типа исключает передачу на опорные ролики усилия натяжения рабочей ветви цепи.



Приводы сушильных барабанов: а - шестеренный; б, в – цепные: 1- обечайка барабана; 2 - делительная окружность зубчатого венца; 3 - ведущее колесо; 4 - обводные ролики; 5 - натяжное колесо.

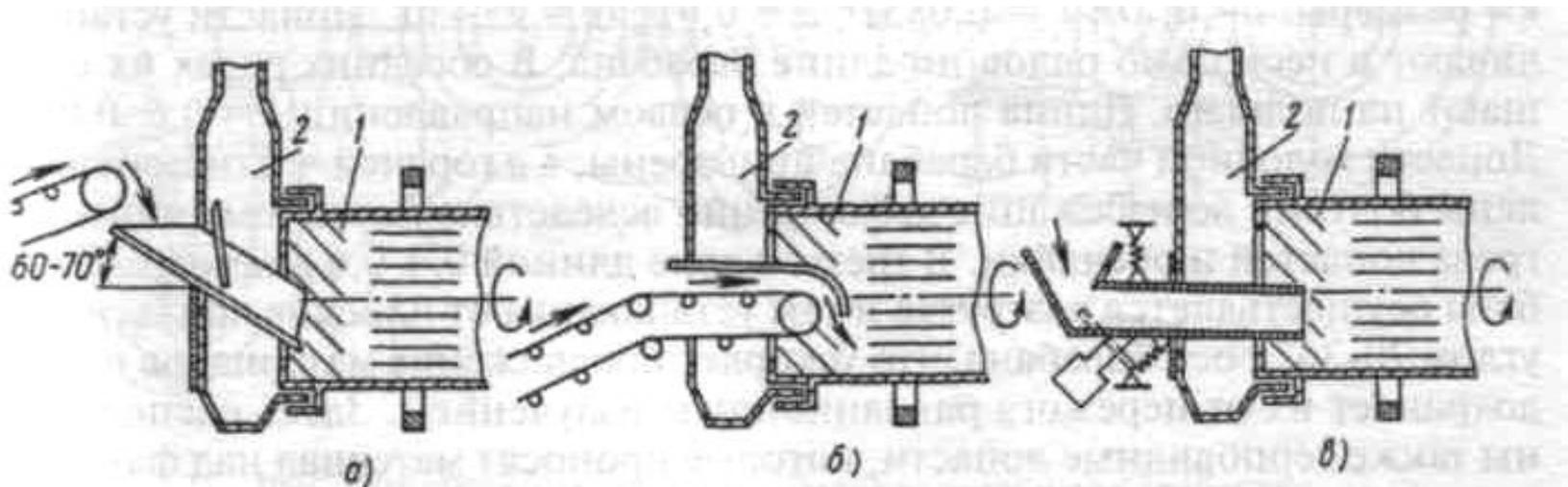
Наиболее простым является фрикционный привод. Вращение барабану передается от приводных опорных роликов 1 через опорные бандажки 2. Для обеспечения надежной работы все четыре опорных ролика выполнены ведущими.



# Загрузочные устройства

Со стороны дымовой коробки барабаны имеют отверстие для загрузочного устройства. Последнее состоит из лотка, проходящего через дымовую коробку.

Для облегчения выхода дымовых газов из сушильного барабана могут использоваться конвейеры или виброжелобы, подающие материал в нижнюю часть барабана.

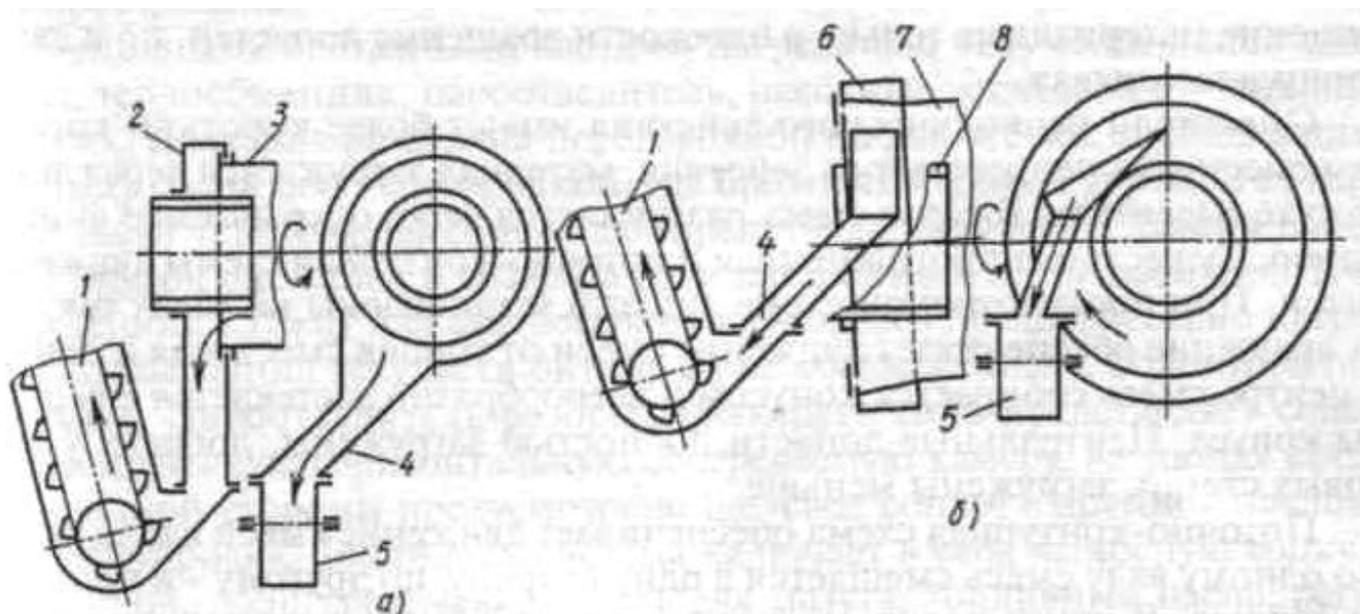


Загрузочные устройства сушильных барабанов:

а - сыпной лоток; б - ленточный конвейер; в - виброжелоб; 1 - сушильный барабан; 2 - дымовая коробка

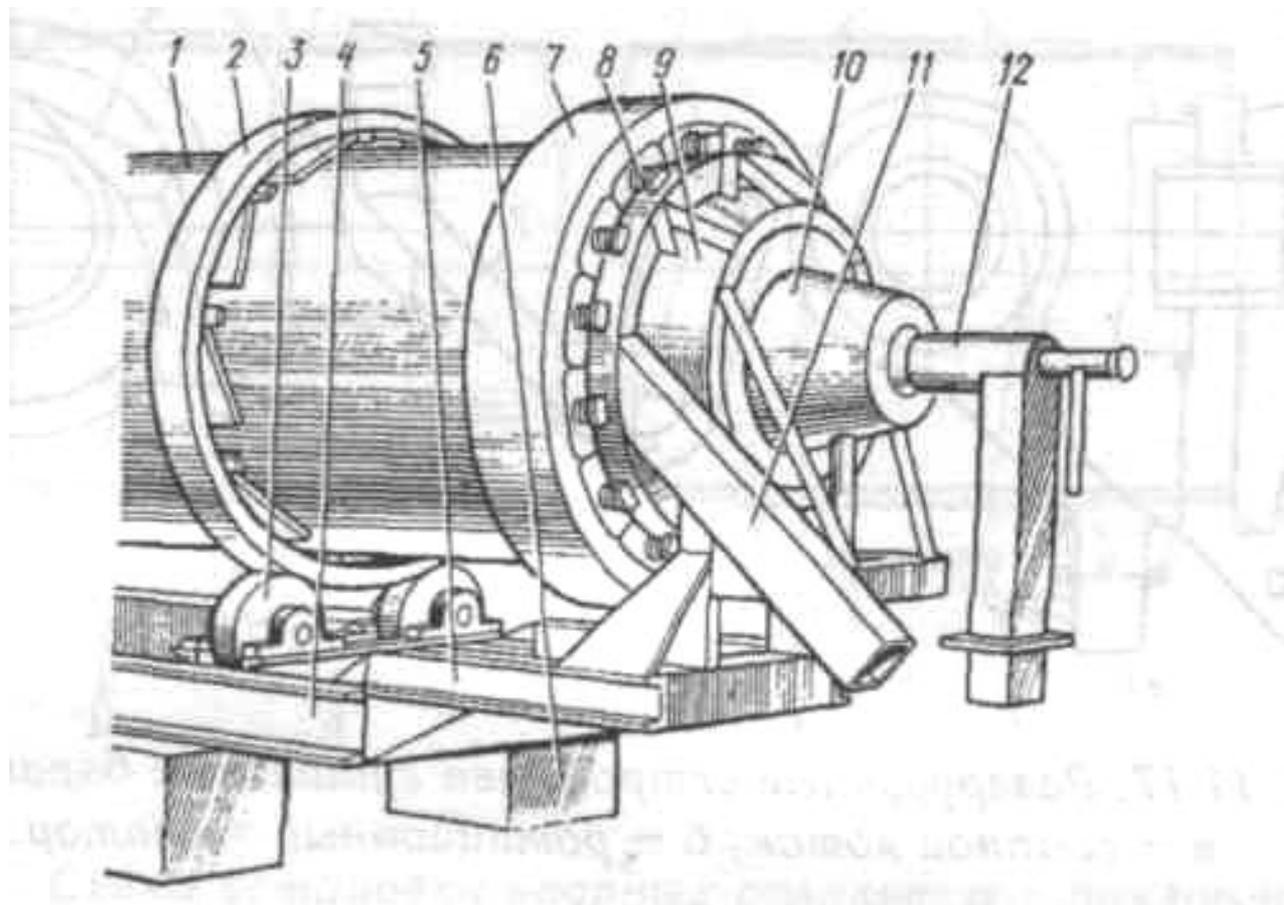
## Разгрузочные устройства

Разгрузочный торец барабана входит в кожух разгрузочной коробки. Для барабанов малых диаметров применяют разгрузочные коробки с гравитационным ссыпанием материала на лоток. Такая система имеет большую длину лотка и требует заглубления приемной воронки горячего элеватора. Барабаны больших диаметров разгружаются при помощи встроенного ротационного элеватора.



Разгрузочные устройства сушильных барабанов:

*a* - ссыпной лоток; *б* - ротационный элеватор; 1 - горячий элеватор; 2 - разгрузочный короб; 3 - барабан; 4 - ссыпной лоток; 5 - приемная воронка; 6 - роторный элеватор; 7 - обечайка сушильного барабана; 8 - топка

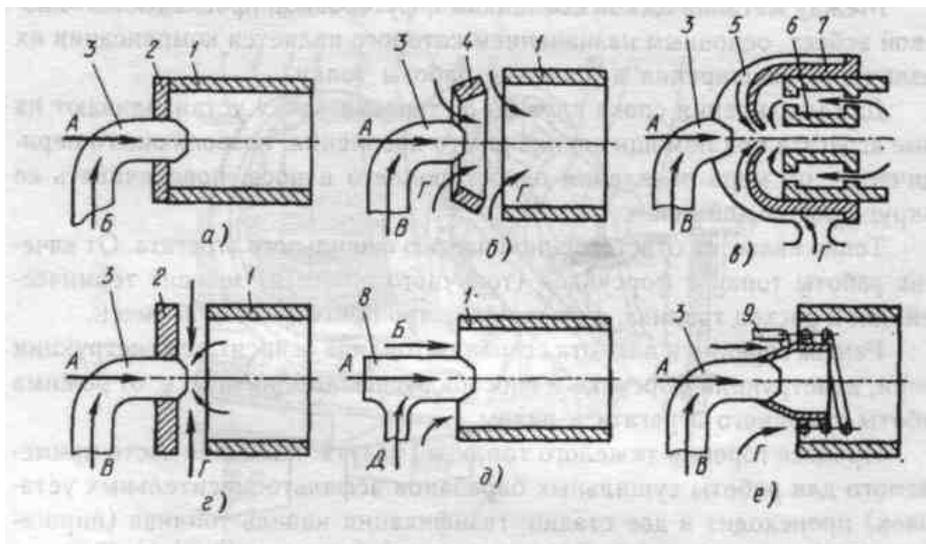


Сушильный барабан с ротационным элеватором: 1 - барабан; 2 - бандаж; 3 - опорный ролик; 4 - рама сушильного барабана; 5 - рама топки; 6 - фундаментные опоры; 7 - ротационный элеватор; 8 - уплотнительные пластины; 9 - топка; 10 -зажигательный конус; 11 - разгрузочный лоток; 12 - форсунка.

# Топка

Со стороны разгрузочной коробки барабана установлена топка, работающая на жидком или газообразном топливе. Топку изготовляют из листовой стали и внутри футеруют огнеупорным кирпичом или жаростойким бетоном. Возможно применение нефутерованных топок из жаростойкой стали.

Известно несколько типов топочных устройств, применяемых на сушильных агрегатах: закрытая топка, топка с зажигательным конусом, топки с газификацией вследствие рециркуляции (возвратного движения) горячих газов, открытая топка с паровым распылом и топка с предварительной высокотемпературной подготовкой топлива в змеевиках.



*Типы топок сушильных барабанов: 1 - топка; 2 - торцовая стенка; 3 - форсунка воздушного распыливания топлива; 4 - зажигательный конус; 5 - корпус; 6 - камера сгорания; 7 - направляющий аппарат; 8 - форсунка парового распыливания топлива; 9 - змеевик; А - подача топлива; Б - подача воздуха; В - подача первичного воздуха; Г - подача вторичного воздуха; Д - подача пара.*

*Закрытые* топки просты, но воздух подается вентилятором.

В топках с *зажигательным конусом* через форсунку подается воздух только для распыливания топлива (10-20 %), а недостающий воздух для сгорания подсасывается через кольцевые пространства.

В топке с *газификацией топлива в предварительной камере* в результате эффекта эжекции часть горячих газов по специальным каналам поступает к предварительной камере, где нагревает воздушно-топливную смесь, обеспечивая быструю газификацию топлива.

В топке с *газификацией топлива в основной камере* недостающий воздух поступает в кольцевое пространство между торцевой стенкой и топкой. Вследствие эжектирующего действия форсунки и вторичного потока воздуха происходит завихрение продуктов горения, благодаря чему обеспечивается подогрев вторичного воздуха и быстрое сгорание топлива.

В топке с *паровым распылом* топливо распыливается паром давлением 0,6-0,8 МПа. Воздух на сжигание топлива поступает в топку через открытый торец вследствие разрежения, создаваемого в сушильном барабане дымососом.

В топке с *предварительной подготовкой* топливо, проходя по змеевику и нагреваясь, подается в форсунку. Газификация происходит в короткой предварительной камере, горение - в основной камере.

# Расчет основных параметров сушильного барабана

Объем барабана 
$$V = \frac{W}{A} = \frac{\omega\Pi}{A}$$

где  $W$  – количество удаляемой влаги, кг/ч;  $A = 125-175-250$  кг/(м<sup>3</sup>·ч) – количество влаги, удаляемой из 1 м<sup>3</sup> барабана за 1 ч;  $\omega$  – влажность материала;  $\Pi$  – производительность барабана, кг/ч.

За одно падение из лопастей частицы материала перемещаются на 
$$l = h_{cp} \operatorname{tg} \alpha$$

где  $h_{cp} = 0,6D$  – средняя высота подъема;  $\alpha = 3 \dots 5^\circ$  – угол наклона барабана.

Длина барабана 
$$L = mnth_{cp} \operatorname{tg} \alpha$$

где  $m = 1,75 \dots 2$  – число падений частицы материала за один оборот барабана;  $t = 2 \dots 4$  мин – время пребывания материала в барабане для его подогрева;  $n$  – частота вращения барабана

$$n = \frac{k}{\sqrt{R}}$$

$k = 8 \dots 10$  для медленновращающихся барабанов;

$k = 14 \dots 16$  для быстро вращающихся барабанов.

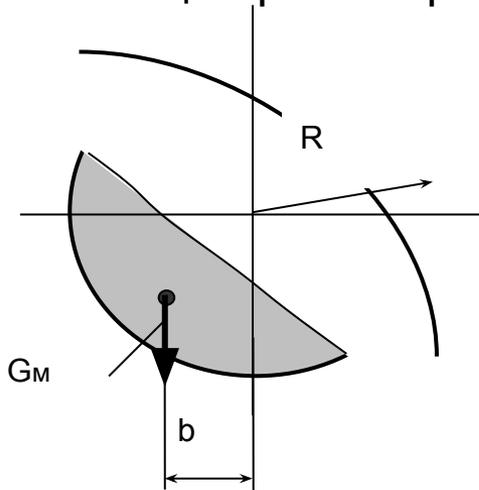
При этом необходимо выдержать условие 
$$\frac{D}{L} = \frac{1}{4} \dots \frac{1}{7} \quad \text{т.к. } h_{cp} = 0,6D.$$

При работе сушильного барабана преодолеваются следующие сопротивления:

$W_1$  - подъем материала внутри барабана;

$W_2$  – трение качения бандажей по роликам;

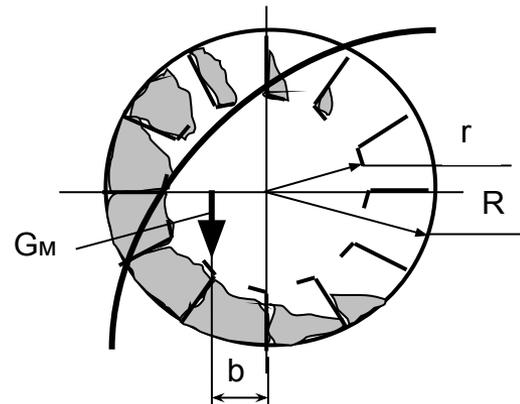
$W_3$  – трение в цапфах опорных роликов.



Медленновращающийся барабан

$$b = (0,7 \dots 0,77)R$$

$$G_m = \pi R^2 L \beta \rho_m g$$



Быстровращающийся барабан

$$b = \frac{4}{3\pi} \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2}$$

$$M = G_m b$$

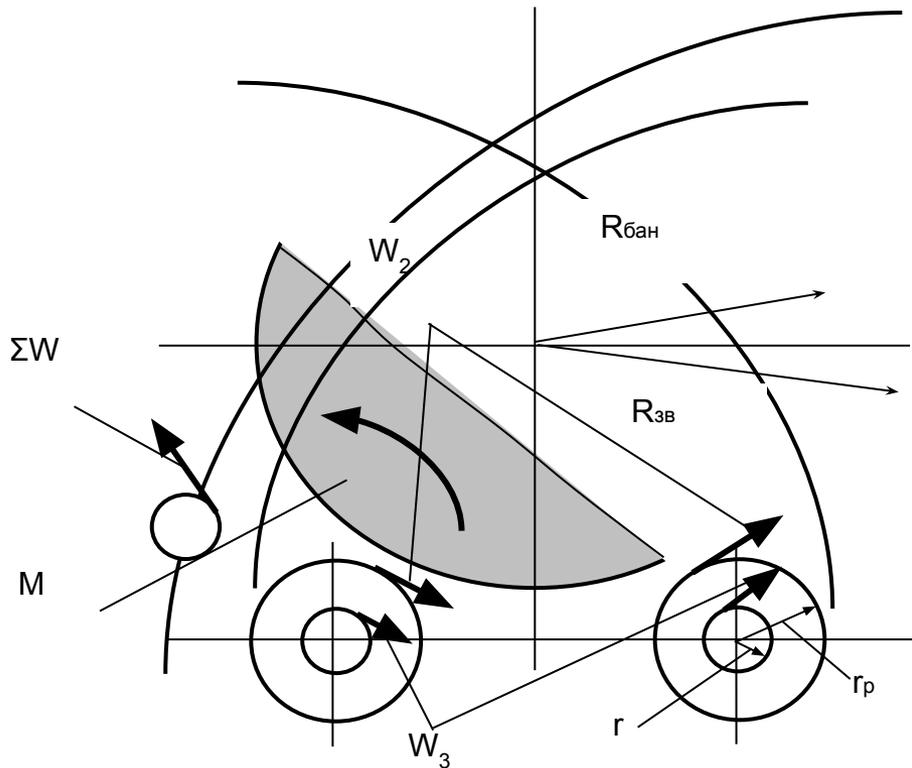
$\beta = 0,1 \dots 0,2$  – к-т заполнения барабана материалом;  $\rho_m = 1700 \text{ кг/м}^3$ .

Величина сопротивлений, приведенная к зубчатому венцу, будет равна

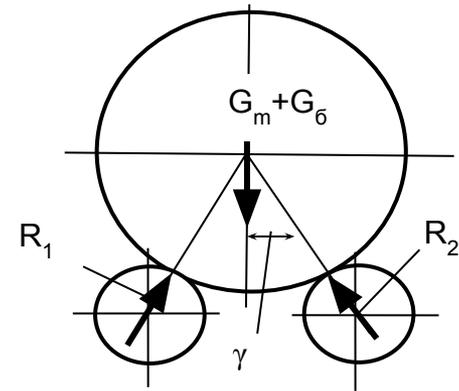
$$W_1 = \frac{M}{R}$$

$$W_2 = \frac{(G_m + G_{\bar{6}}) \mu R_{\text{бан}}}{\cos \gamma R_{3\bar{6}}}$$

$$W_3 = \frac{(G_m + G_{\bar{6}}) \mu_{\text{ц}} r R_{\text{бан}}}{\cos \gamma r_p R_{3\bar{6}}}$$



$$\Sigma W = W_1 + W_2 + W_3$$



$$R_1 \cos \gamma + R_2 \cos \gamma = G_m + G_{\bar{6}}$$

Мощность для привода

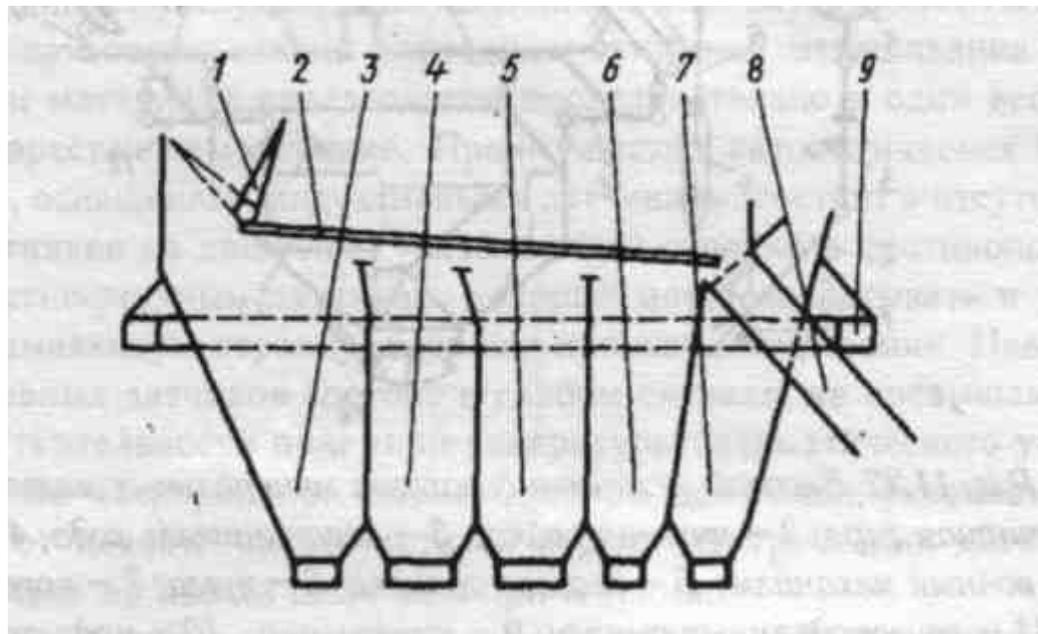
$$N = \frac{\Sigma W v_{3\bar{6}}}{\eta}$$

# Сортировочные устройства и бункеры

В настоящее время большинство асфальтобетонных установок оснащают плоскими эксцентриковыми или вибрационными грохотами. Последние обеспечивают лучшее качество грохочения и более строгое соблюдение заданного гранулометрического состава приготовляемой асфальтобетонной смеси.

Механизмы грохота во избежание пыления и попадания влаги в бункера закрыты кожухами и снабжены вытяжными трубами, соединенными с системой пылеочистки.

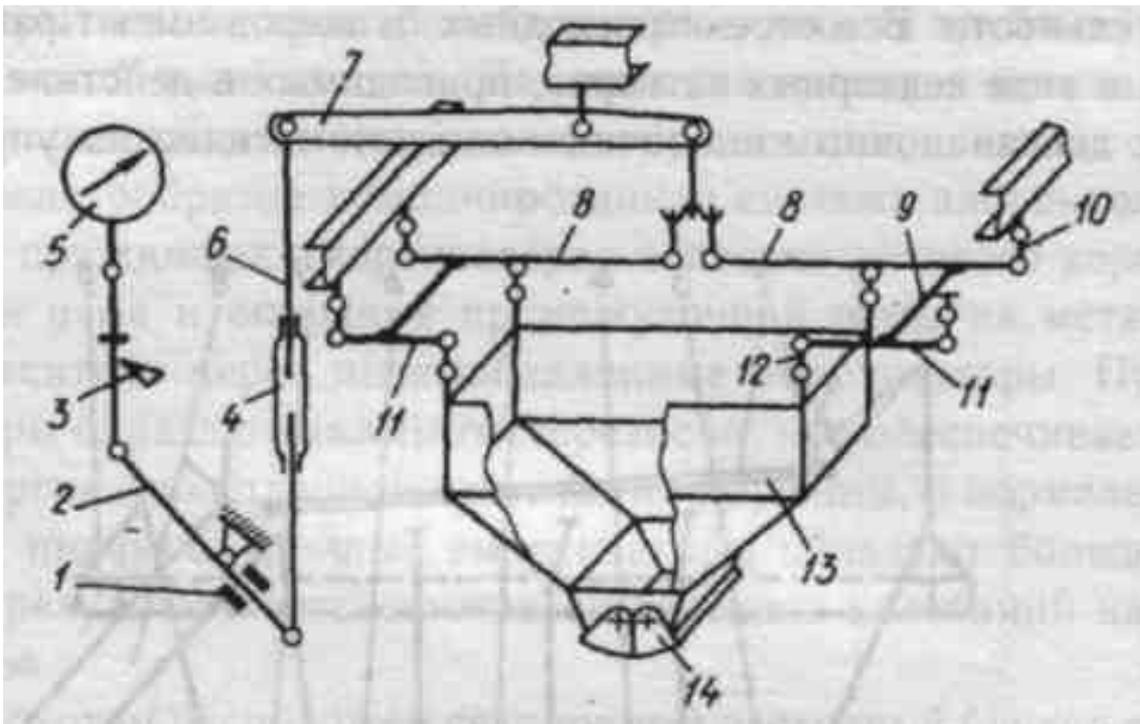
Под грохотом расположен секционный расходный бункер с отсеками для песка, мелкого, среднего и крупного щебня.



1 – перекидной лоток; 2 – грохот; 3 – бункер песка; 4 – бункер мелкого щебня; 5 – бункер среднего щебня; 6 – бункер крупного щебня; 7 – бункер минерального порошка; 8 – лоток сброса негабарита; 9 – рама.

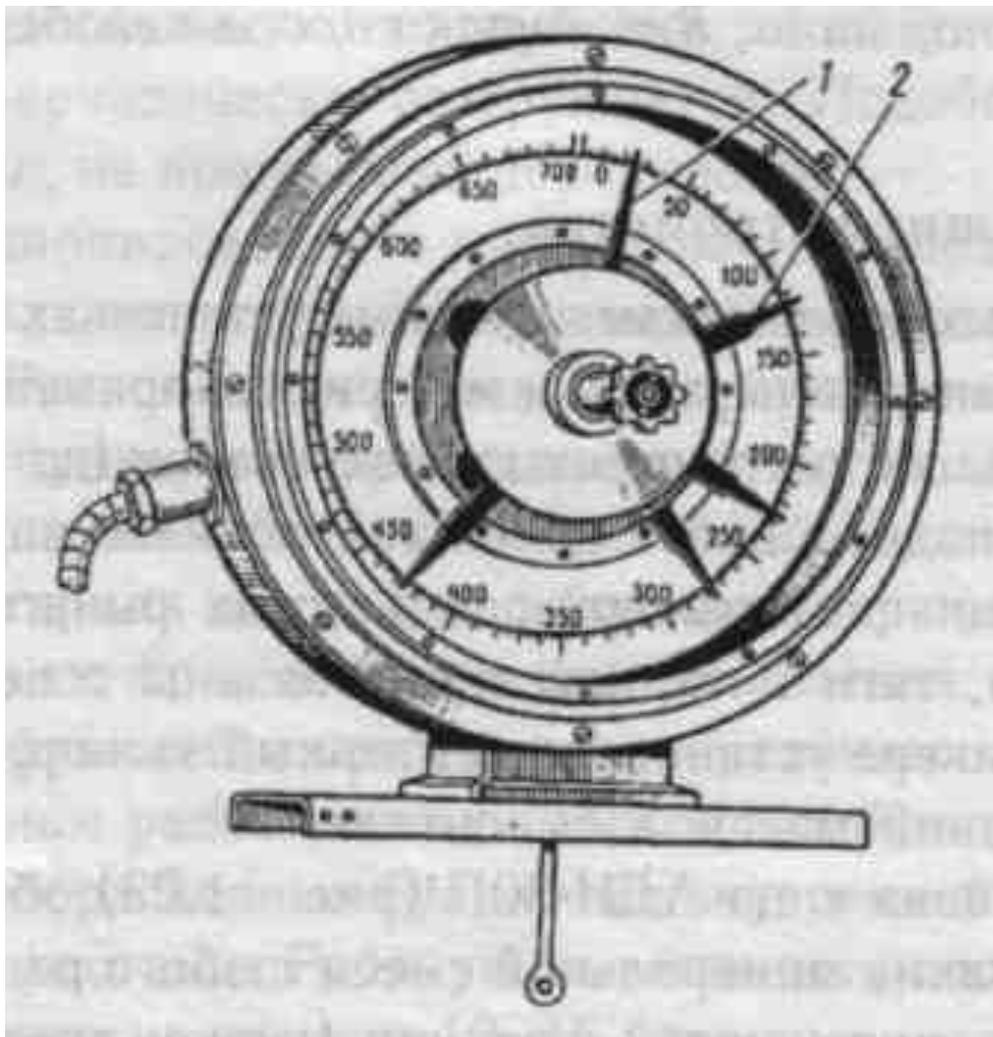
# Дозирующие устройства минеральных материалов

В асфальтосмесительных установках периодического действия для дозирования минеральных материалов обычно применяют весовые дозаторы. Весовой бункер подвешивают при помощи системы грузоподъемных рычагов. Рычаги связаны с весовой головкой. В нижней части бункера установлен секторный затвор, служащий для разгрузки дозированной массы в смеситель.



1 - тарная гиря; 2 - тарная рейка; 3 - ограничитель хода; 4 - регулировочный механизм; 5 - весовая головка; 6 - тяга; 7 - коромысло; 8, 11 - грузоподъемные рычаги; 9 - поперечина; 10 - подвеска рычагов; 12 - подвесные серьги; 13 - весовой бункер; 14 - затвор весового бункера.

Весовая головка типа АДИ-ЗОП обеспечивает автоматическое дозирование минеральной смеси любого рецептурного состава.

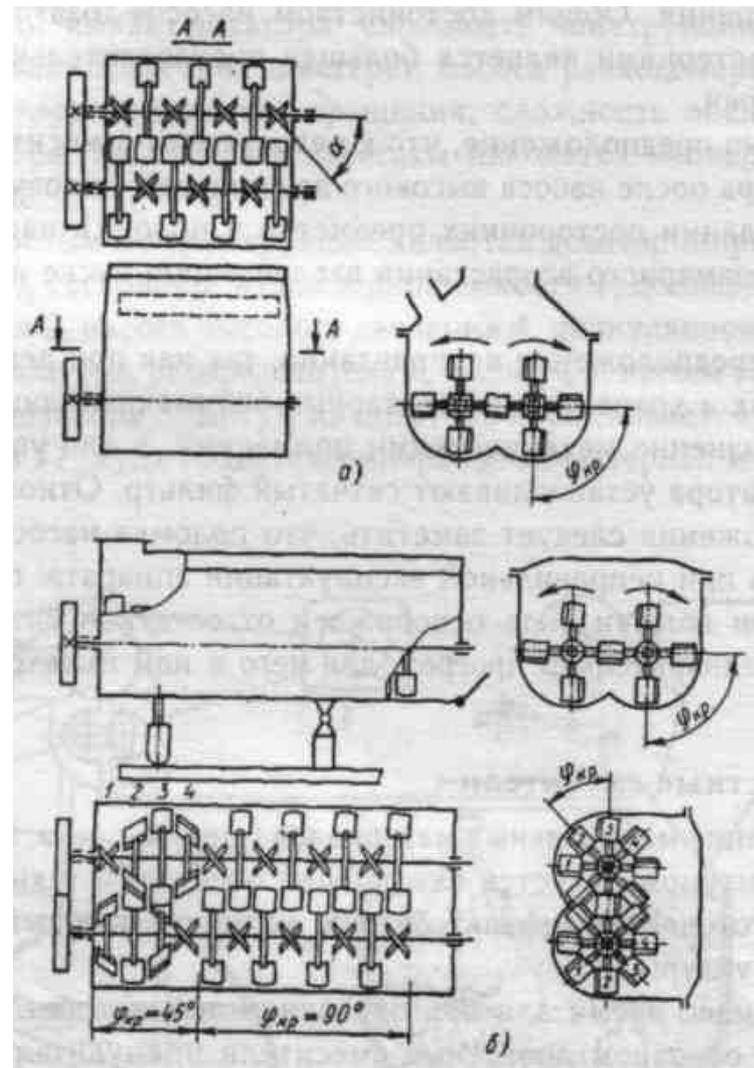


# Лопастные смесители

Для приготовления асфальтобетонных смесей обычно применяют лопастные смесители принудительного смешивания, которые разделяют на смесители периодического и непрерывного действия.

Лопастные смесители закреплены попарно, причем каждая пара повернута относительно соседней на угол смещения кронштейнов  $\varphi_{кр}$  ( $90^\circ$  в смесителях периодического действия). По отношению к оси вала лопасти закрепляют на кронштейнах под углом  $\alpha$ , чаще всего равным  $45^\circ$ . Лопасти располагают на валу по прерывистой винтовой линии.

В некоторых конструкциях смесителей непрерывного действия в зоне загрузки 4-5 пар лопастей каждого вала установлены с углом смещения кронштейнов  $\varphi_{кр}$ , равным  $30$  или  $45^\circ$ .



Длительность смешивания у смесителей непрерывного действия возможно регулировать изменением подачи материала в смеситель и изменением скорости движения смеси в корпусе смесителя. При любой производительности для получения качественной смеси ее уровень должен закрывать лопасти смесителя, что достигается или изменением наклона смесителя, или подъемом подпорной заслонки.

Существуют две схемы движения смеси: противоточная и поточно-контурная.

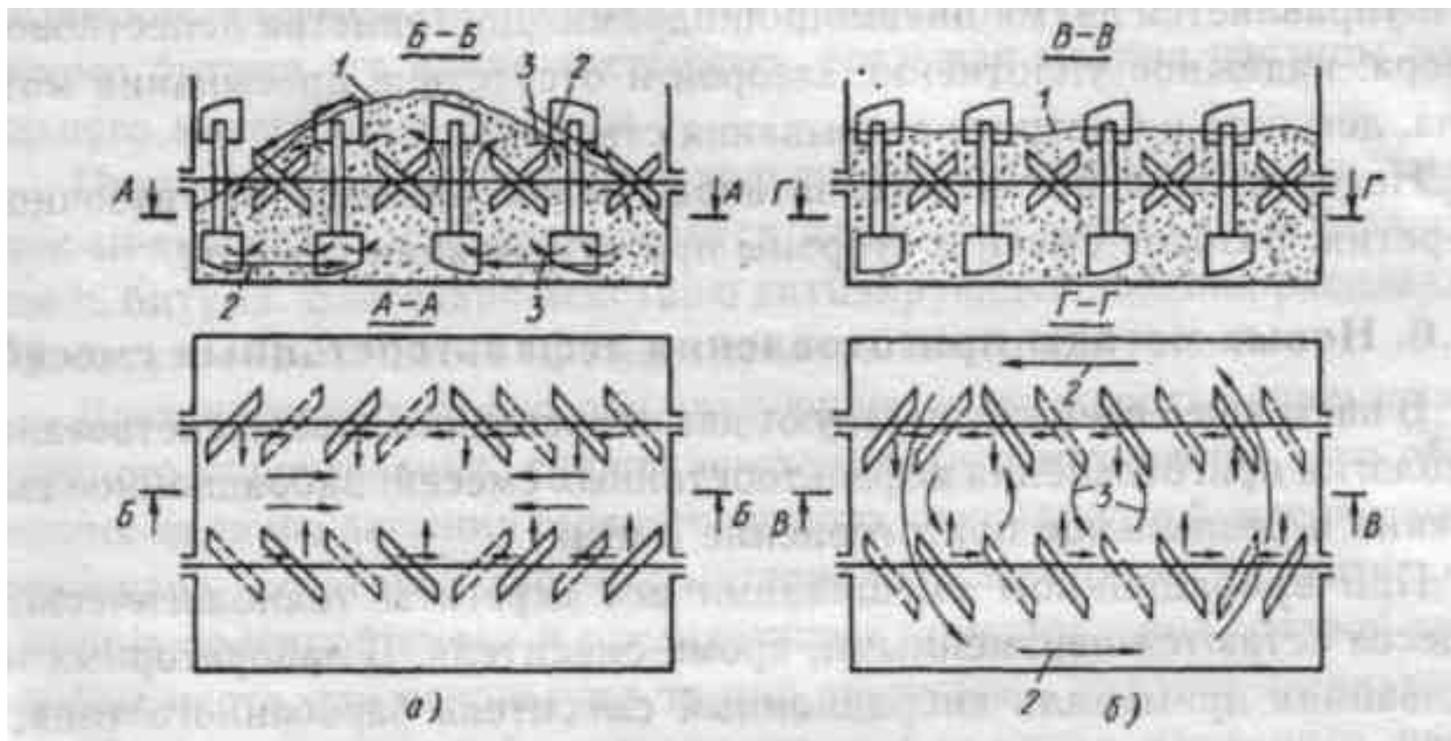
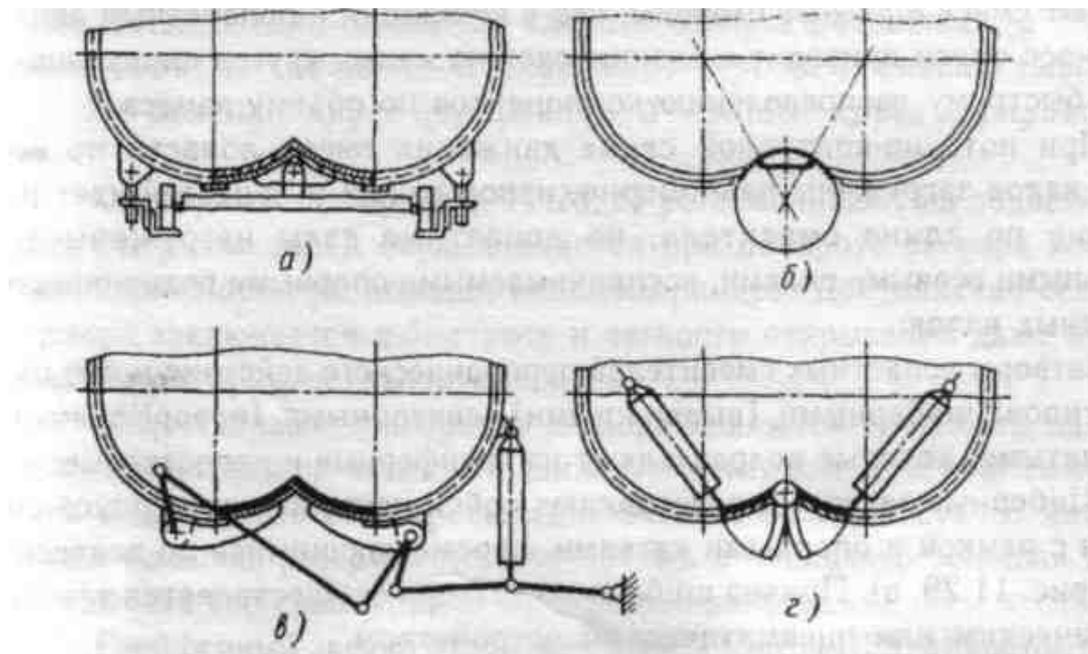


Схема движения смеси в корпусе смесителя: а - противоточная; б - поточно-контурная: 1 - уровень смеси в смесителе; 2 - большие круги циркуляции; 3 - малые круги циркуляции.

При противоточной схеме пропорционально загрузке лопасти и днище смесителя изнашиваются неравномерно.

При поточно-контурной схеме лопасти загружены равномерно, такой же их износ, но лопастные валы нагружены значительными осевыми силами.

Затворы лопастных смесителей периодического действия могут быть шиберными (выдвижными), секторными (поворотными) и - створчатыми, которые подразделяют на грейферные и лепестковые.



*Затворы лопастных смесителей периодического действия:  
а - шиберный; б - секторный; в - грейферный; г - лепестковый.*

Недостатками шиберных затворов являются большое усилие открывания, особенно при выключенном смесителе и наличии смеси в корпусе смесителя, значительное время открывания и закрывания затвора, малая площадь разгрузочного отверстия, поскольку выдвижение затвора осуществляется на  $1/3-1/2$  длины корпуса смесителя.

Основными недостатками секторного затвора являются трудности надежного уплотнения зазора между подвижным сектором и неподвижным днищем, малая площадь разгрузочного отверстия.

Недостатки рейферного затвора: при большой площади створок велико давление на них смеси, большие габаритные размеры затвора в раскрытом состоянии.

Недостатки лепесткового затвора: малая площадь разгрузочного отверстия, разброс смеси в стороны при открывании створок.

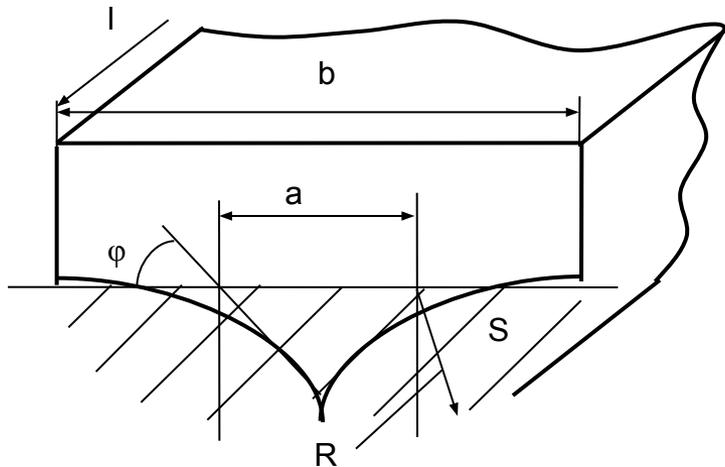
# Расчет лопастных смесителей

Масса замеса определяется исходя из заданной производительности

$$m = \frac{\Pi t_{\text{ц}}}{3600 k_{\text{с}}} \quad t_{\text{ц}} = t_{\text{з}} + t_{\text{см}} + t_{\text{р}} \quad t_{\text{з}} \approx 5 \text{ с}; t_{\text{см}} \approx 30 \text{ с}; t_{\text{р}} \approx 5 \text{ с}$$

и связана с размерами смесителя так  $m = Sl\rho_{\text{см}}\beta$   
где  $\beta=1$  – к-т заполнения корпуса материалом.

Размеры смесителя определяют по эмпирическим формулам



$$a = (1,41 \dots 1,53)R$$

$$b = (3,41 \dots 3,53)R$$

$$l = b\psi, \text{ где } \psi = 0,85 \dots 1$$

$$S = (2,85 \dots 2,93)R^2$$

Частота вращения лопастных валов

$$n = (15,3 \dots 16,5) \sqrt{\frac{g}{R}}$$

Мощность двигателя

$$N = 0,036m \text{ (при } m < 1400 \text{ кг);}$$

$$N = 30 + 0,018m \text{ (при } m > 1400 \text{ кг).}$$