

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Механизация и автоматизация
дорожно-строительного комплекса»

СТРОИТЕЛЬНЫЕ, ДОРОЖНЫЕ И МЕЛИОРАТИВНЫЕ МАШИНЫ

Учебно-методическое пособие
для студентов специальности
1-36 11 01 «Подъемно-транспортные, строительные,
дорожные машины и оборудование»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области транспорта и транспортной деятельности*

Минск
БНТУ
2021

УДК 69.002.5
ББК 39.311-06-5
С86

Составители:

И. В. Бурмак, А. А. Бежик

Рецензенты:

С. П. Мохов, П. С. Гребенчук

Строительные, дорожные и мелиоративные машины : учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-36 11 01 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование» / сост.: И. В. Бурмак, А. А. Бежик. – Минск : БНТУ, 2021. – 46 с.

ISBN 978-985-583-565-4.

Издание содержит задания, описание назначения, разновидностей, устройства и работы строительных и дорожных машин, а также методические указания по определению их технико-эксплуатационных показателей.

Данное учебно-методическое пособие может быть рекомендовано для студентов других строительных специальностей.

УДК 69.002.5
ББК 39.311-06-5

ISBN 978-985-583-565-4

© Белорусский национальный
технический университет, 2021

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие предназначено для оказания студентам помощи при подготовке и выполнении лабораторных работ по дисциплине «Строительные, дорожные и мелиоративные машины». При выполнении работ студенты изучают устройство и работу предусмотренных заданием машин, используя их натурные образцы, макеты и модели, а также производят расчет их основных технико-эксплуатационных показателей.

После изучения данного учебно-методического пособия, студент будет знать назначение, область применения, устройство, принцип действия и основные показатели машин; уметь анализировать их конструкции, а также владеть основами проектирования строительных, дорожных и мелиоративных машин.

Лабораторная работа № 1

1. ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА ЩЕКОВЫХ ДРОБИЛОК И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Оборудование: натурный образец щековой дробилки СМ-165 (СМД-508).

1.1. Задание

1. Описать назначение и разновидности щековых дробилок.
2. Начертить конструктивную схему щековой дробилки в соответствии с вариантом задания, описать ее устройство и принцип работы.
3. Рассчитать технико-эксплуатационные показатели работы щековой дробилки в соответствии с вариантом задания, выполнив ее расчетную схему.

Таблица 1.1

Исходные данные к заданию

Показатели	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Марка дробилки	СМД-39	СМД-31	СМД-13Б	СМД-108	СМД-58Б	СМД-109	СМД-39	СМД-110	СМД-13Б	СМД-116
Характер движения щеки	П	С	П	С	П	С	П	С	П	С
Размеры загрузочного отверстия, мм – ширина, a – длина, b	400 600	250 400	600 900	250 900	900 1200	400 900	400 600	600 900	600 900	250 400
Степень дробления, i	6	5	5	6	4	5	5	6	6	5
Угол захвата, α , град	23	20	22	21	21	22	22	23	23	22
Коэффициент разрыхления, μ	0,5	0,35	0,45	0,4	0,4	0,45	0,4	0,5	0,5	0,55

1.2. Назначение, общее устройство и принцип работы щековых дробилок

Щековые дробилки применяют для измельчения горных пород, как правило, средней и большой прочности, и получения щебня требуемого размера и количества.

По характеру движения различают щековые дробилки с простым (П) (рис. 1.1, а) и сложным (С) (рис. 1.1, б) движением подвижной щеки.

Щековая дробилка с простым движением подвижной щеки имеет станину, на боковых стенках которой размещены опоры для оси 4 подвеса подвижной щеки и эксцентрикового вала 8, на обоих концах которого установлены маховики 6, 7, один из которых имеет проточки для клиновых ремней и служит в качестве приводного шкива. На средней части вала 8 верхней головкой подвешен шатун 15, в нижней части которого имеются пазы для вкладышей распорных плит 14, 16. Подвижная щека 5 верхней головкой шарнирно подвешена на неподвижно укрепленную ось 4, а нижней частью, через опору качения 17, опирается на распорную переднюю плиту 16. Для предотвращения отрыва подвижной щеки 5 от распорной плиты 16 предусмотрено оттяжное устройство с пружиной 12 и тягой 13.

При вращении эксцентрикового вала 8 шатун 15 совершает возвратно-поступательное движение в вертикальной плоскости: при движении вверх вместе с ним перемещаются и распорные плиты 14, 16 и, вследствие увеличения угла, образованного плитами и шатуном, происходит отклонение подвижной щеки в сторону неподвижной, т. е. совершается рабочий ход, в результате чего происходит дробление материала; при движении шатуна вниз подвижная щека отходит от неподвижной – совершается холостой ход, т. е. раздробленный материал выгружается из камеры дробления под действием силы тяжести. Инерционная масса маховика 7 снижает неравномерность хода подвижной щеки, способствует накоплению

энергии при холостом ходе, отдавая ее при рабочем ходе, что ведет к уменьшению энергоемкости процесса дробления.

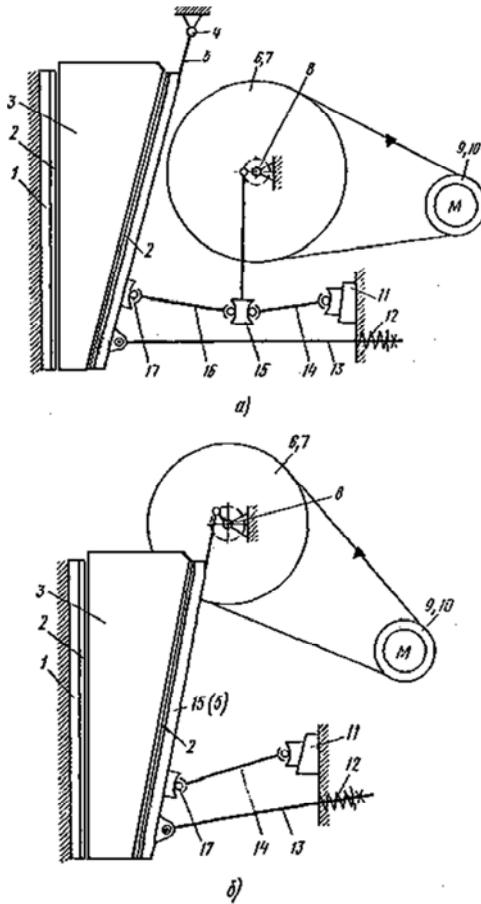


Рис. 1.1. Конструктивные схемы щековых дробилок со сложным (а) и простым (б) движением щеки:

- 1 – неподвижная щека; 2 – дробящая плита; 3 – боковой клин;
- 4 – ось подвеса подвижной щеки; 5 – подвижная щека;
- 6 – ведомый шкив; 7 – маховик; 8 – эксцентриковый вал;
- 9 – ведущий шкив; 10 – электродвигатель; 11 – регулировочное устройство; 12, 13 – пружина и тяга оттяжного устройства;
- 14, 16 – распорные плиты; 15 – шатун; 17 – опоры качения

В дробилках со сложным движением подвижная щека 5 верхней частью навешена на эксцентриковый вал 8, выполняя одновременно роль шатуна 15. При вращении вала точки щеки совершают движение по траектории в виде эллипса (замкнутой кривой). Дробление материала происходит при приближении подвижной щеки 5 к неподвижной 1 за счет раздавливания, истирания, раскалывания и частичного излома.

Регулирование размера выходной щели (отверстия) производят заменой распорных плит, установкой регулировочных прокладок или клинового регулировочного устройства 11.

1.3. Определение технико-эксплуатационных показателей работы щековых дробилок

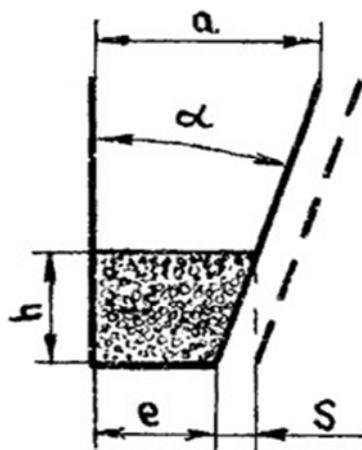


Рис. 1.2. Расчетная схема для определения технико-эксплуатационных показателей работы щековой дробилки

1) Наибольший размер загружаемого в дробилку камня, м:

$$D = (0,8-0,85) \cdot a,$$

где a – ширина загрузочного отверстия, м.

2) Наибольший размер дробленого камня, м:

$$d = \frac{D}{i},$$

где i – требуемая степень дробления камня.

3) Максимальный отход подвижной щеки для дробилок с простым движением подвижной щеки, м:

$$S = 0,008 + 0,26 \cdot d,$$

со сложным движением, м:

$$S = 0,007 + 0,1 \cdot d.$$

4) Ширина разгрузочного отверстия, м:

$$e = d - S.$$

5) Объем призмы материала, выпадающего из камеры дробления за один отход подвижной щеки, м³:

$$V = \frac{2 \cdot e + S}{2} \cdot h \cdot b = \frac{2 \cdot e + S}{2} \cdot \frac{S}{\operatorname{tg} \alpha} \cdot b,$$

где h – высота призмы материала, выпадающего из дробилки за один отход подвижной щеки, м;

b – длина загрузочного отверстия, м;

α – угол захвата, град.

6) Частота вращения эксцентрикового вала, мин⁻¹:

$$n = 66,5 \cdot \sqrt{\frac{\operatorname{tg} \alpha}{S}}.$$

7) Производительность щековой дробилки, м³/ч:

$$П = 60 \cdot V \cdot n \cdot \mu,$$

где μ – коэффициент разрыхления дробимого материала.

1.4. Контрольные вопросы

1. Для измельчения каких материалов используются щековые дробилки?
2. Из каких элементов состоит щековая дробилка?
3. Перечислите основные конструктивные отличия щековой дробилки с простым движением подвижной щеки от щековой дробилки со сложным движением подвижной щеки?
4. Что такое степень дробления и каким образом она регулируется?

Лабораторная работа № 2

2. ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА БАРАБАННЫХ МЕЛЬНИЦ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Оборудование: натуральный образец лабораторной барабанной мельницы.

2.1. Задание

1. Описать назначение и классификацию барабанных мельниц.

2. Начертить схему барабанной шаровой мельницы, описать ее устройство и принцип работы.

3. Рассчитать частоту вращения барабана (фактическую и критическую), массу мелющих тел, производительность и мощность электродвигателя в соответствии с вариантом задания, выполнив расчетную схему.

Таблица 2.1

Исходные данные к заданию

Показатели	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Внутренние размеры барабана, мм										
– диаметр	900	1500	1500	1500	2100	2100	2700	3600	3600	4500
– длина	1800	1600	3000	3100	2200	3000	3600	5000	5500	6000
Режим работы мелющих тел*	К	В	К	В	К	В	К	В	К	В
Плотность материала мелющих тел, т/м ³	2,6	3,63	7,85	2,6	3,63	7,85	2,6	3,63	7,85	2,6

* К – каскадный; В – водопадный.

2.2. Назначение, классификация, общее устройство и принцип работы барабанных мельниц

Барабанные мельницы применяют для грубого, тонкого и сверхтонкого измельчения (помола) каменных материалов размером 10–30 мм малой и средней прочности ($\sigma_{сж} < 150$ МПа) и получения порошкообразных материалов требуемого размера и количества.

Барабанные мельницы классифицируют по следующим основным признакам:

– *по рабочему циклу*: мельницы, работающие по открытому и закрытому циклу. В случае работы по открытому циклу материал проходит через барабан однократно без классификации, а при закрытом цикле материал после помола направляется в классификатор для разделения на готовый продукт и укрупненный, который вновь возвращается в мельницу на домол;

– *по принципу работы*: циклического и непрерывного действия;

– *по форме рабочего барабана*: цилиндрические и конические;

– *по форме мелющих тел*: шаровые, стержневые, самоизмельчения;

– *по режиму работы мелющих тел* (рис. 2.1): каскадный, водопадный и сверхкритический;

– *по способу помола*: сухой и мокрый. В последнем случае он производится в присутствии воды, которая ввиду наличия в материале микротрещин ускоряет процесс размола, повышает его тонкость и снижает энергоемкость;

– *по способу загрузки и разгрузки материала*: через люк, полые цапфы и с периферийной разгрузкой;

– *по типу привода*: с центральным и периферийным приводом.

Тип режима движения мелющих тел зависит от многих факторов. Основными из них являются угловая скорость барабана и его радиус.

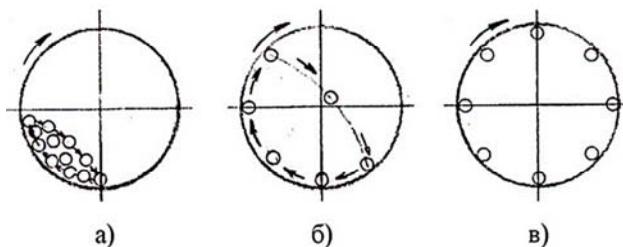


Рис. 2.1. Режимы работы мелющих тел:
а) каскадный; *б)* водопадный; *в)* сверхкритический

При невысоких значениях угловой скорости наблюдается *каскадный режим* работы мельницы (рис. 2.1, *а*), когда тела поднимаются по стенке барабана или нижерасположенному слою шаров на некоторый угол, как правило, не превышающий 90° от крайнего нижнего положения помольной камеры, после чего скатываются вниз. При таком режиме измельчение материала осуществляется за счет истирания.

Водопадный режим (рис. 2.1, *б*) наблюдается при более высоких скоростях и характеризуется подъемом мелющих тел на угол от 90° до 180° , после чего происходит их отрыв от стенки барабана и падение по криволинейной траектории. При таком режиме измельчение материала осуществляется за счет удара и частично истирания.

Режим, при котором мелющие тела под действием центробежной силы прижимаются к стенке помольной камеры или вышерасположенному слою шаров, и при этом наблюдается их безотрывное движение на протяжении полного оборота барабана, получил название *сверхкритического* (рис. 2.1, *в*). Режим является нерабочим и измельчение материала в нем не осуществляется.

Барабанная мельница (рис. 2.2) представляет собой пустотелый барабан δ , заполненный мелющими телами 14 – шарами (стальными, чугунными, керамическими и пр.), стержнями, галькой и др. Объем загружаемых мелющих тел составляет обычно 30–50 % от внутреннего объема барабана.

К барабану посредством болтов крепятся торцовые крышки 7 и 11, отлитые вместе с пустотелыми цапфами 6 и 12, опирающиеся на подшипники скольжения. Для предохранения от износа цилиндрическую часть барабана и торцовые крышки футеруют броневыми плитами. Внутри цапф устанавливают загрузочный патрубок и разгрузочную воронку, внутри которых предусмотрены винтовые направляющие для подачи материала в барабан и выдачи из него измельченного продукта. К торцовым частям патрубка и воронки крепят питатель и бутару (барабанный грохот, необходимый для разделения выгружаемого из мельницы материала на мелкую и крупную фракции).

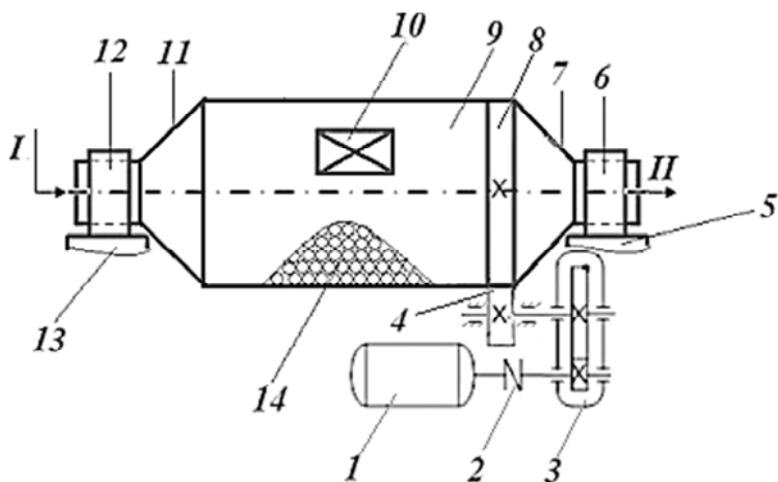


Рис. 2.2. Схемы барабанной мельницы с периферийным приводом:
 1 – электродвигатель; 2 – муфта; 3 – редуктор;
 4 – подвенцовая шестерня; 5, 13 – опоры; 6 – разгрузочная цапфа;
 7, 11 – торцовые крышки; 8 – зубчатый венец; 9 – барабан;
 10 – люк; 12 – загрузочная цапфа; 14 – мелющие тела

В зависимости от способа разгрузки измельченного продукта различают мельницы с центральной разгрузкой (МШЦ) и разгрузкой через решетку (МШР).

У мельниц с центральной разгрузкой измельченный продукт удаляется свободным сливом через пустотелую разгрузочную цапфу 6. Для этого необходимо, чтобы уровень пульпы в барабане был выше уровня нижней образующей разгрузочной цапфы. Поэтому такие мельницы иногда называют мельницами сливного типа или мельницами с высоким уровнем пульпы.

У мельниц с разгрузкой через решетку имеется подъемное устройство, принудительно разгружающее измельченный продукт. Поэтому в мельницах такого типа уровень пульпы может быть ниже уровня разгрузочной цапфы. Такие мельницы иногда называют мельницами с принудительной разгрузкой или мельницами с низким уровнем пульпы. Данный тип мельницы имеет в разгрузочном конце барабана решетку с радиальными ребрами-лифтерами. При вращении барабана ребра действуют как элеваторное колесо и поднимают пульпу до уровня разгрузочной цапфы.

Для загрузки и разгрузки шаров при их сортировке или с целью ремонта футеровки обычно имеются два люка 10.

Привод содержит связанный с барабаном мельницы зубчатый венец 8, подвенцовую шестерню 4, жестко посаженную на вал и находящуюся в зацеплении с зубчатым венцом, редуктор 3 с входным и выходным валами, причем входной вал соединен кинематически через муфту с электродвигателем 1, а выходной вал – с валом подвенцовой шестерни.

Принцип работы барабанной шаровой мельницы заключается в следующем. При определенной скорости вращения мелющие тела начинают движение вместе с вращающимся барабаном, поднимаются до некоторой высоты, а затем падают, выполняя работу по измельчению материала ударным методом. Вращение барабана также вызывает вращательные движения шаров вокруг своей оси, которые истирают исходный продукт, оказавшийся между ними. Таким образом, на материал оказывается комплексное разрушающее воздействие путем истирания и удара.

2.3. Определение основных параметров барабанных шаровых мельниц

1. *Определение критического и оптимального значений чисел оборотов барабана.*

Определим угловую скорость барабана при определенном угле подъема шаров (рис. 2.3). Для этого рассмотрим положение шара у поверхности футеровки в точке A . Этот шар будет находиться под действием силы тяжести G и центробежной силы $F_{ц}$. Силу тяжести G разложим на две составляющие: направленную по касательной $F_{к}$ и составляющую, направленную по радиусу к центру $F_{н}$ под углом α к горизонтали.

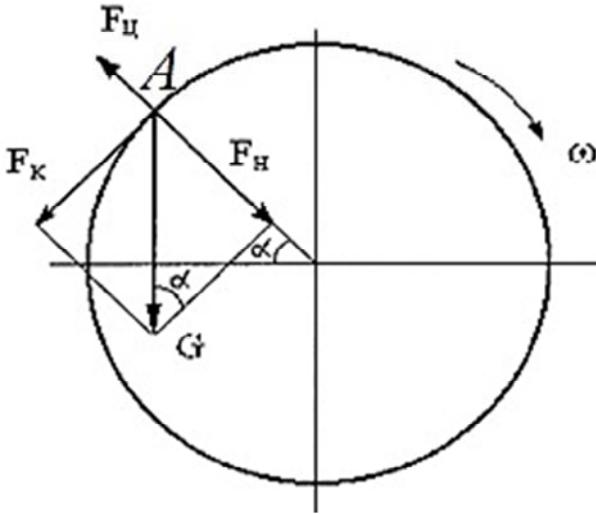


Рис. 2.3. Расчетная схема для определения частоты вращения барабана

Силе $F_{н}$ будет противодействовать сила $F_{ц}$ при условии $F_{ц} = F_{н}$.

Величину центробежной силы определим по формуле

$$F_{ц} = \frac{m \cdot v^2}{R} = \frac{2 \cdot G \cdot v^2}{g \cdot D},$$

где m – масса шара, кг;

D – внутренний диаметр барабана, м;

R – расстояние от центра шара до центра барабана, м (для упрощения принимаем $R = D / 2$);

v – линейная скорость барабана, м/с;

Величина нормальной силы F_H определяется из треугольника сил:

$$F_H = G \cdot \sin \alpha.$$

Выразим линейную скорость v через угловую и приравняем $F_{ц} = F_H$:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60},$$

$$\frac{2 \cdot G \cdot v^2}{g \cdot D} = G \cdot \sin \alpha \quad \text{или} \quad \frac{2 \cdot v^2}{g \cdot D} = \sin \alpha.$$

После преобразований получим фактическую частоту вращения барабана, об/мин:

$$n = 42,4 \cdot \sqrt{\frac{\sin \alpha}{D}}.$$

Частота вращения барабана, при которой шары не будут отрываться от футеровки барабана, характеризуется тем, что центробежная сила будет больше составляющей силы тяжести F_H и достигнет максимума в крайнем верхнем положении, ко-

гда $\alpha = 90^\circ$. Для этого положения получим критическое значение частоты вращения барабана, об/мин:

$$n = \frac{42,4}{\sqrt{D}}.$$

2. Определение массы мелющих тел.

Эффективность работы шаровых мельниц зависит не только от правильного определения угловой скорости барабана, но и от величины его загрузки мелющими телами, которая характеризуется коэффициентом загрузки k_3 , представляющим собой отношение массы шаров к массе их в объеме барабана. С учетом этого коэффициента, который на практике рекомендуется принимать равным 0,26–0,32, массу мелющих тел в тоннах рассчитывают по формуле

$$G = V \cdot \rho \cdot k_3,$$

где V – геометрический объем барабана по внутреннему диаметру, м^3 ;

ρ – плотность материала мелющих тел, т/м^3 .

3. Определение производительности барабанных шаровых мельниц.

Производительность шаровых мельниц зависит от многих факторов, учесть которые теоретически обоснованной формулой сложно, поэтому практически ее целесообразно рассчитывать по приближенной эмпирической формуле, т/ч:

$$П = k_n \cdot V \cdot D^{0,6},$$

где k_n – поправочный коэффициент, учитывающий влияние размеров шаров, физико-механические свойства измельчаемого материала, схему измельчения и др. ($k_n \approx 0,2-0,4$).

4. Определение мощности электродвигателя.

Потребную мощность двигателя мельницы определяем по следующей формуле, кВт:

$$N = G \cdot \sqrt{R},$$

где G – масса мелющих тел, т;

R – внутренний радиус барабана, м.

2.4. Контрольные вопросы

1. Для помола каких материалов используются барабанные мельницы?
2. По каким признакам классифицируются барабанные мельницы?
3. Из каких элементов состоит барабанная шаровая мельница?
4. Что такое критическая частота вращения барабана и от чего она зависит?

Лабораторная работа № 3

3. ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА ВИБРАЦИОННЫХ ГРОХОТОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Оборудование: натуральный образец вибрационного грохота С-388.

3.1. Задание

1. Описать назначение вибрационных грохотов.
2. Начертить конструктивную схему вибрационного грохота и кинематическую схему его вибратора с описанием устройства и принципа работы.
3. Рассчитать производительность вибрационного грохота в соответствии с вариантом задания.

Таблица 3.1

Исходные данные к заданию

Показатели	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Размеры просеивающих поверхностей, мм: – ширина	1500	1000	1500	1500	2000	1500	1250	1750	1000	3000
– длина	3750	2500	5000	3000	4000	4000	3000	4500	2500	6000
Наибольший размер сортируемых частиц d , мм	10	15	20	40	50	10	15	20	40	70
Содержание в исходном материале зерен нижнего класса, %	30	40	50	70	40	20	30	60	80	90
Содержание в нижнем классе зерен размером меньше половины отверстия сита, %	40	30	20	60	10	70	80	90	50	60
Угол наклона сита α , град	10	11	17	12	0	0	0	0	9	10

3.2. Назначение, общее устройство и принцип работы вибрационных грохотов

Вибрационные грохоты предназначены для сортировки (грохочения) сыпучих материалов по крупности или обезвоживания в процессе их вибрационного перемещения по просеивающей поверхности. Они получили широкое применение в угольной промышленности и при производстве строительных материалов для разделения готового продукта (угля, щебня, гравийно-песчаных масс) на кондиционные товарные классы.

Принципиальная особенность вибрационного грохота состоит в том, что характер колебательного движения, амплитуда и форма траекторий просеивающей поверхности определяются исключительно динамическими факторами – силовым воздействием, генерируемым приводом (вынуждающей силой), числом и массой движущихся элементов, а также числом, расположением и характеристиками упругих элементов. Вибрационный или динамический привод называют *вибровозбудителем*. В подавляющем большинстве конструкций грохотов используют центробежные или дебалансные вибровозбудители с вращающейся неуравновешенной массой, гораздо реже – электромагнитные. Вибрационные грохоты по траектории движения короба бывают с круговым движением (инерционные) и с прямолинейными колебаниями (самобалансные или инерционные с двойным дебалансом).

Грохот (рис. 3.1, *а*) состоит из горизонтальной неподвижной рамы 1 и короба 2, опирающегося на плоские 4 и спиральные 5 пружины, позволяющие коробу совершать колебания в направлении, перпендикулярном их плоскости. К стенкам короба прикреплен двухвальный вибратор направленных колебаний 3, который установлен в плоскости, расположенной под углом 55° к горизонту, в результате чего короб получает направленные колебания под углом 35° к плоскости сита. Первый дебалансный вал 11 (рис. 3.1, *б*) получает вращение от электродвигателя 9 через клиноременную передачу 10, а вто-

рой – от первого через зубчатую передачу 12, чем обеспечивается полная синхронизация работы дебалансных валов.

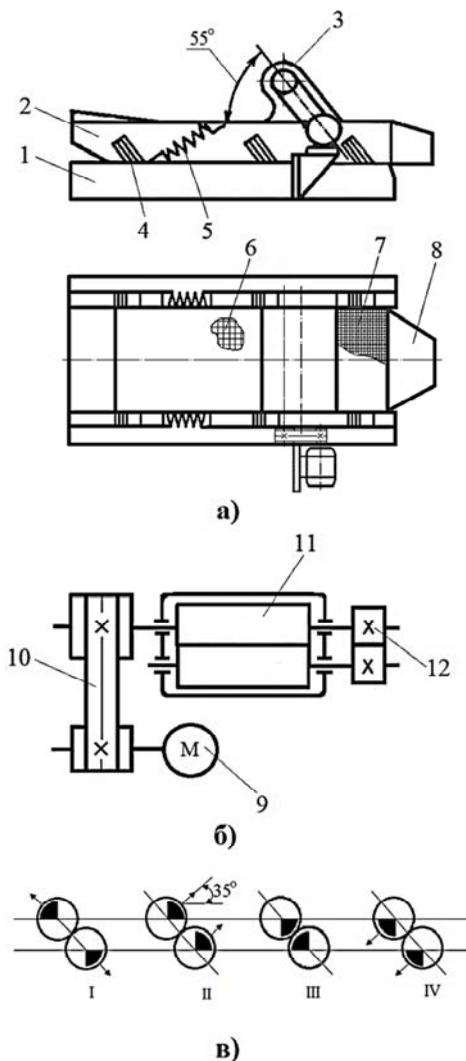


Рис. 3.1. Вибрационный грохот:
 а) конструктивная схема; б) кинематическая схема вибратора направленных колебаний; в) положения дебалансных валов

При синхронном разностороннем вращении дебалансных валов, центробежные силы инерции в положениях I и III (рис. 3.1, в) взаимно уравниваются и не передаются на короб; при положении II они складываются и действуют на короб вправо под углом 35° к горизонту; при положении IV они также складываются, но направлены в противоположную сторону.

При направленных колебаниях короба грохота материал на ситах подбрасывается и толчками подвигается вперед к направляющему лотку δ , просеиваясь при движении.

3.3. Определение размера отверстия верхнего сита и производительности вибрационного грохота

1. Определение размера отверстия верхнего сита.

– Для наклонного сита, м:

$$D = \frac{d}{\cos \alpha - 0,625 \cdot \sin \alpha}.$$

– Для горизонтального сита, м:

$$D = \frac{d}{0,8},$$

где d – наибольший размер сортируемых частиц, м;

α – угол наклона сита, град.

2. Определение производительности.

Производительность вибрационного грохота ($\text{м}^3/\text{ч}$) определяется по формуле

$$\Pi = \Pi_{\text{уд}} \cdot F \cdot c \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3,$$

где $\Pi_{\text{уд}}$ – удельная производительность, отнесенная к 1 м^2 сита, $\text{м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$, (табл. 3.2);

F – площадь верхнего сита, м²;

c – коэффициент, учитывающий возможную неравномерность подачи и форму зерен материала (для щебня рекомендуется принимать $c = 0,65$);

k_1, k_2, k_3 – коэффициенты, учитывающие соответственно угол наклона грохота α , процентное содержание зерен нижнего класса в исходном материале и процентное содержание в нижнем классе зерен, размер которых меньше половины размера отверстия сита (табл. 3.2);

Таблица 3.2

Значения удельной производительности и коэффициентов, учитывающих угол наклона грохота и зерновой состав исходного материала

Параметр	Значения														
	Размер квадратного отверстия сита D , мм														
$\frac{P_{уд}}{M^3/M^2 \cdot ч}$	5	7	10	14	16	18	20	25	35	37	40	42	65	70	100
	12	16	23	32	37	40	43	46	56	60	62	64	80	82	90
k_1	Угла наклона сита α , град														
	0	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
	1	0,45	0,5	0,56	0,61	0,67	0,73	0,8	0,92	1,0	1,08				
k_2	Содержание в исходном материале зерен нижнего класса, %														
	10	20	30	40	50	60	70	80	90						
	0,58	0,66	0,76	0,84	0,92	1,0	1,08	1,17	1,25						
k_3	Содержание в нижнем классе зерен размером меньше половины отверстия сита, %														
	10	20	30	40	50	60	70	80	90						
	0,63	0,72	0,82	0,91	1,0	1,09	1,18	1,28	1,37						

3.4. Контрольные вопросы

1. Для чего используются вибрационные грохоты?
2. Из каких элементов состоит вибрационный грохот?
3. Что из себя представляет вибратор направленных колебаний?
4. Какие показатели влияют на производительность грохота?

Лабораторная работа № 4

4. ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА КОМПЛЕКТА АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЕСОВЫХ ДОЗАТОРОВ ЦИКЛИЧНОГО ДЕЙСТВИЯ

Оборудование: натурный образец автоматического весового дозатора цемента АВДЦ-425 комплекта АДУБ-425.

4.1. Задание

1. Описать назначение и основные параметры дозаторов, входящих к комплект АДУБ-425.

2. Начертить конструктивную схему дозатора инертных материалов АВДИ-425 с его циферблатным указателем и описать их устройство, порядок работы и конструктивные отличия от дозаторов АВДЦ-425 и АВДЖ-425.

4.2. Назначение, устройство и принцип работы комплекта автоматических весовых дозаторов циклического действия АДУБ-425

Комплект автоматических весовых дозаторов АДУБ-425 состоит из дозаторов инертных материалов АВДИ-425, цемента АВДЦ-425 и жидкости АВДЖ-425. В табл. 4.1 приведена краткая техническая характеристика рассматриваемых дозаторов.

Таблица 4.1

Краткая техническая характеристика дозаторов комплекта АДУБ-425

Наименование параметров	Тип дозатора		
	АВДИ-425	АВДЦ-425	АВДЖ-485
Материал	песок и щебень	цемент	вода и добавки
Доза материала, кг	30–600	30–150	1–200
Погрешность взвешивания, %	±3	±2	±2
Цикл взвешивания, с	45	45	35
Передаточное число рычажной системы	60	15	20
Давление воздуха, МПа	0,6	0,6	0,6
Масса дозатора, кг	500	630	241

Дозатор инертных материалов предназначен для последовательного взвешивания двух фракций песка и щебня с размером кусков от 20 до 140 мм (рис. 4.1).

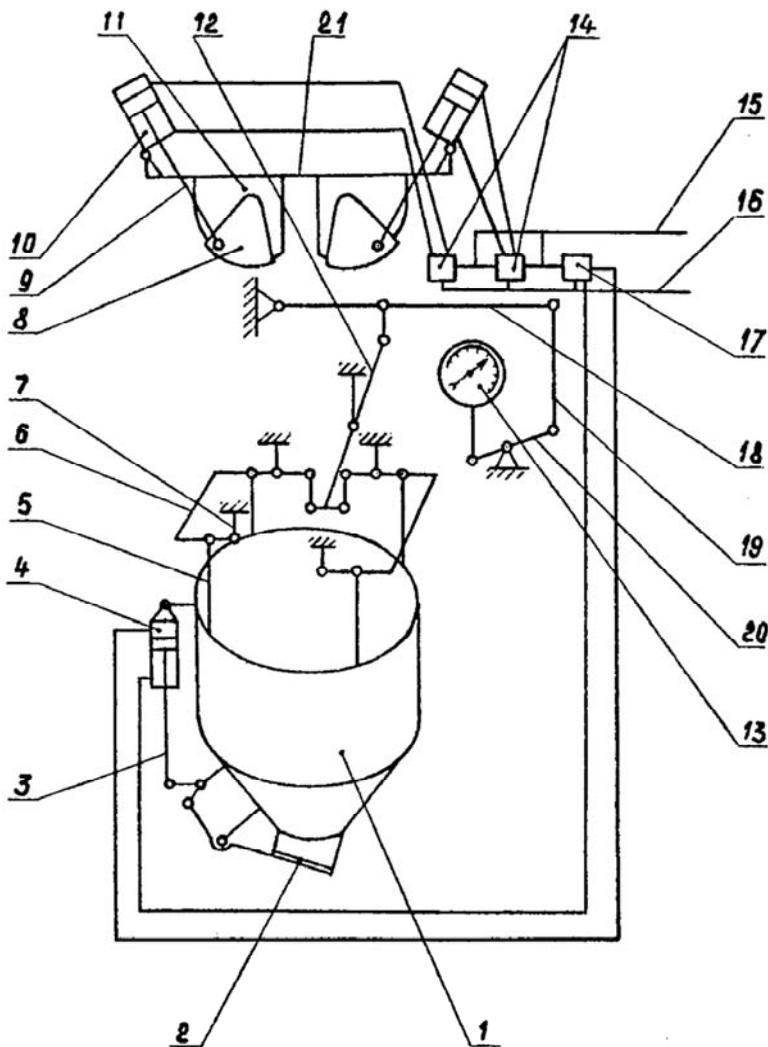


Рис. 4.1. Схема автоматического весового дозатора инертных материалов АВДИ-425

На раме 21 загрузочных воронок 11 подвешены тяги 7 для крепления опор рычажной системы и циферблатного указателя 13. Рычажная система служит для подвески грузоприемного бункера 1 к тяге циферблатного указателя 13. Грузоприемный бункер 1 подвешен тягами 5 к П-образным рычагам 6, соединенным серьгами с рычагом 12, который прикреплен к рычагу 18. Рычаг 18 тягой 19 связан с рычагом 20, передающим усилие на тягу циферблатного указателя 13. Загрузочный бункер внизу имеет затвор 2, управляемый пневмоцилиндром 4, шток которого соединен рычагами с затвором.

В соответствии с общим передаточным числом рычажной системы, равным произведению отношений плеч рычагов, сила тяжести материала в бункере, передаваемая на тягу указателя, уменьшается в 60 раз, что позволяет сократить размеры циферблатного указателя. На раме загрузочных воронок закреплены электровоздушные клапаны 14, управляющие пневмоцилиндрами 10, и клапан 17, управляющий пневмоцилиндром 4. Сжатый воздух к клапанам подается по пневмопроводу 15. Имеющиеся в клапанах золотники переключаются электромагнитами, управляемыми электрической системой 16.

Унифицированный циферблатный указатель (рис. 4.2) состоит из корпуса 1 с закрепленной внутри него вертикальной рамкой 2, в которой на валике 21 установлены стрелки: 11 – для визуальных измерений по шкале 10 и 5 – для автоматического дозирования.

Внутри корпуса 1 на лентах 8 подвешены два квадранта, закрепленные на осях горизонтальной рамки 15 и состоящие из секторов 13 малого радиуса, секторов 12 большого радиуса и рычагов 7 с противовесами 6. Ленты 8 одним концом закреплены вверху корпуса 1, другим концом внизу сектора 13 малого радиуса. Вверху секторов 12 большого радиуса закреплены ленты 3, нижние концы которых присоединены к траверсе 17 с тягой 19. Противовесы 6 в начале взвешивания поворачивают квадранты на осях горизонтальной рамки 15,

стремясь занять нижнее положение. К горизонтальной рамке 15 присоединена зубчатая рейка, находящаяся в зацеплении с шестерней 16, закрепленной наглухо на валике 21 со стрелками 5 и 11. Тяга 19 проходит через гидравлический демпфер 18, гасящий собственные колебания деталей весоизмерительной системы.

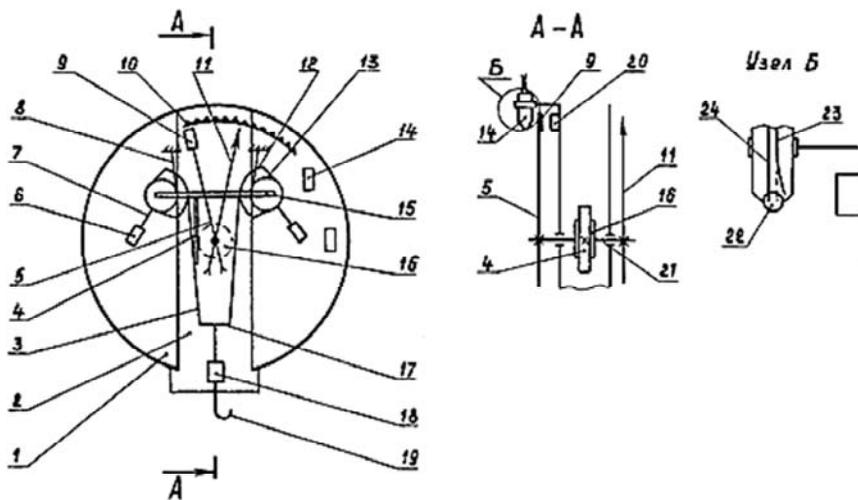


Рис. 4.2. Схема унифицированного циферблатного указателя комплекта дозаторов АДУБ-425

Внутри циферблатного указателя в прорезях неподвижного кольца по окружности закреплено несколько ртутно-магнитных выключателей, каждый из которых состоит из ртутного выключателя 14 и постоянного магнита 20. Выключатель 14 представляет собой стеклянную колбу, на дне которой находится капля ртути 22. С ней соприкасаются концы двух контактных пластин: неподвижной 24 и подвижной 23. Подвижная пластина оттягивается магнитом 20 и удерживается им в разомкнутой состоянии относительно капли ртути и пластины 24. Обе пластины 31 имеют выводы наружу, которыми подключены к электрической системе управления через выключатели на пульте.

С помощью этих выключателей перед началом дозирования включается электрическая цепь требуемой дозы материала.

После включения с пульта управления электровоздушного клапана 14 (см. рис. 4.1) открывается впускной затвор загрузочного устройства. По мере наполнения бункера материалом усилие от него через рычажную систему дозатора передается к тяге 19 циферблатного указателя, а от нее – через гибкие ленты 3 к рычагам 7 (см. рис. 4.2). При этом рычаги отклоняют противовесы наружу, гибкие ленты 3 сматываются с секторов 12, а гибкие ленты 8 наматываются на секторы 13 рычагов 7, которые перекатываются вверх по наружным граням опорной рамки 2. Подвижная рамка 15 перемещается вверх, а через зубчато-реечную передачу по часовой стрелке поворачивается стрелка циферблатного указателя. Материал, поступающий в грузоприемный бункер, уравнивается соответствующим отклонением рычагов 7 с противовесами. При достижении заданной дозы материала в бункере стрелка 5 циферблатного указателя металлическим экраном 9 перекрывает зазор между ртутным выключателем и магнитом, в результате чего действие последнего на подвижную пластину 23 ослабевает. Силами упругости пластина замыкается с капелькой ртути, а через нее – с неподвижной пластиной 24. По сигналу ртутно-магнитного выключателя электрическая система переключает электровоздушный клапан 14, который через пневмоцилиндр 10 закрывает впускной затвор 8 (см. рис. 4.1). Загрузка материала в бункер дозатора прекращается. Разгрузка осуществляется либо по сигналу с пульта, либо автоматически. При этом срабатывает электровоздушный клапан 17 и пневмоцилиндр 4. Затем автоматическая система приводит дозатор в исходное положение.

Использование автоматических дозаторов повышает их точность, облегчает труд оператора и увеличивает производительность.

Дозатор цемента АВДЦ-425 предназначен для взвешивания цемента двух марок. Грузоприемный бункер и рычажная си-

стема с циферблатным указателем у этого дозатора аналогичны по конструкции дозатору АВДИ-425. Для подачи цемента в грузоприемный ковш из двух расходных бункеров служат два шнековых питателя. Перед каждым питателем и на его выходе установлены впускные и выпускные затворы. Выдача материала обоими питателями осуществляется поочередно в один патрубок. Пространство между питателем и грузоприемным ковшом закрыто гибким рукавом, исключаящим распыление цемента. Управление двумя затворами одной секции заблокировано и осуществляется посредством одного пневмоцилиндра.

Дозатор жидкости АДЖ-425 предназначен для последовательного взвешивания воды и различных добавок. По конструкции дозатор аналогичен рассмотренным и отличается только типом впускных клапанов и наличием сливной воронки. По окончании дозирования жидкость через впускной затвор большого сечения быстро выливается в воронку, соединенную трубопроводом со смесителем.

4.3. Контрольные вопросы

1. Что входит в комплект дозаторов циклического действия АДУБ-425?
2. Из каких элементов состоит дозатор АВДИ-425?
3. Что из себя представляет унифицированный циферблатный указатель комплекта АДУБ-425?
4. Какие конструктивные отличия дозатора АДЦ-425 от АВДИ-425?

Лабораторная работа № 5

5. ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА ЦИКЛИЧНЫХ БЕТОНОСМЕСИТЕЛЕЙ ГРАВИТАЦИОННОГО ДЕЙСТВИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Оборудование: натурный образец циклического бетоносмесителя гравитационного действия СБ-116А.

5.1. Задание

1. Описать назначение и разновидности циклических бетоносмесителей гравитационного действия.

2. Начертить конструктивную схему циклического бетоносмесителя гравитационного действия в соответствии с вариантом задания, описать его устройство и рабочий процесс.

3. Рассчитать критическую частоту вращения барабана и техническую производительность бетоносмесителя в соответствии с вариантом задания.

Таблица 5.1

Исходные данные к заданию

Показатели	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Марка бетоносмесителя	СБ-27	СМ-180	СБ-103	СБ-28	СМ-200	СБ-10А	СБ-101	СМ-220	СБ-94	СБ-27
Вместимость барабана по загрузке сухих оставляющих, л	100	180	3000	100	200	1200	100	220	1500	100
Время перемешивания, с	40	60	120	40	70	80	50	80	120	120
Способ загрузки материала в барабан*	х	х	xxx	х	х	xx	х	х	xxx	х

* х – вручную; xx – скиповым подъемником; xxx – из дозатора.

5.2. Назначение, общее устройство и принцип работы циклических бетоносмесителей гравитационного действия

Циклические гравитационные бетоносмесители предназначены для приготовления подвижных бетонных смесей с водоцементным отношением 0,5–0,6 и выше и крупностью заполнителя до 150 мм. Они являются основным видом оборудования бетонных заводов и установок.

Приготовление бетонных смесей заключается в качественном перемешивании их компонентов, которое должно обеспечивать однородность массы по ее составляющим, гранулометрическому составу и влажности.

Бетоносмеситель состоит из:

- рабочего органа (смесительного барабана), в котором осуществляется перемешивание всех компонентов бетона;
- механизма загрузки, с помощью которого компоненты подаются в смесительный барабан;
- механизма для выгрузки приготовленной бетонной смеси;
- привода исполнительных механизмов машины;
- рамы (станины), на которой смонтированы все элементы бетоносмесителя.

Такие бетоносмесители, в зависимости от формы барабана и конструкции, могут быть подразделены на три группы:

- 1) с опрокидным смесительным барабаном грушевидной формы, загрузка и разгрузка которого осуществляется с одного открытого торца;
- 2) с опрокидным двухконусным барабаном, у которого загрузка и выгрузка выполняются с одного или двух открытых торцов;
- 3) с неопрокидным барабаном.

Преимущественное распространение получили опрокидные бетоносмесители (неопрокидные барабаны устанавливаются только на базе грузового автомобиля).

Конструктивные схемы передвижных циклических бетоносмесителей гравитационного действия с опрокидным барабаном грушевидной формы представлены на рис. 5.1. Такие бетоносмесители выполнены передвижными на колесном ходу и используются для приготовления бетонной смеси непосредственно на строительных площадках при небольших объемах бетонных работ.

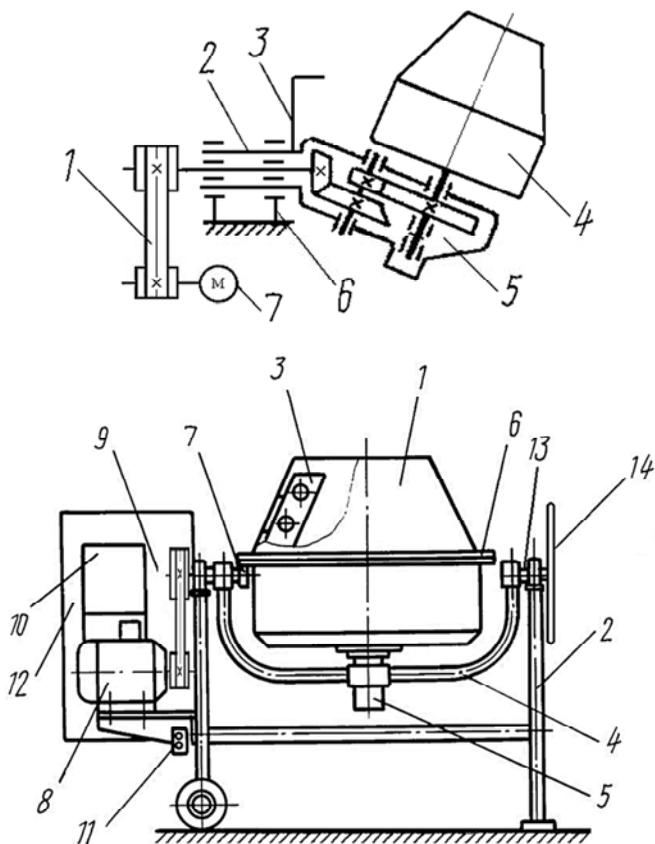


Рис. 5.1. Конструктивные схемы передвижных циклических бетоносмесителей гравитационного действия с опрокидным барабаном грушевидной формы с приводом:
 а) через редуктор; б) через зубчатый венец

Смесительный барабан 4 бетоносмесителей СБ-27, СБ-28, СБ-101 (рис. 5.1, а) закреплен на выходном валу редуктора 5. Корпус редуктора соединен с трубой 2, которая через подшипники опирается на раму 6. Ведущий вал редуктора 5 проходит в трубе 2 и приводится от электродвигателя 7 через клиноременную передачу 1. К трубе 2 наглухо прикреплен рычаг 3 поворота барабана с редуктором 5. Барабан 4 состоит из корпуса, цилиндрического пояса и днища, в которое вварена втулка для посадки его на выходной вал редуктора. К внутренней поверхности барабана 4 прикреплены три лопасти.

Гравитационные передвижные бетоносмесители СМ-180, СМ-200, СМ-220 (рис. 5.1, б) содержат барабан 1, установленный на раме 2 и имеющий на своих внутренних стенках лопасти 3. Барабан, имеющий в нижней части ось, охвачен траверсой 4, соединенной с подшипниковым узлом 5. По всей окружности барабана в центральной части закреплен зубчатый венец 6, входящий в зацепление с приводной шестерней 7, получающей вращение от электродвигателя 8 через клиноременную передачу 9. Включение двигателя осуществляется с помощью пусковой коробки 10 и поста управления 11, закрытыми кожухом 12. На поворотном валу 13 закреплен штурвал 14 для наклона траверсы с фиксатором для создания необходимого рабочего угла и возможности выгрузки готовой бетонной смеси.

Конструктивная схема стационарных циклических бетоносмесителей гравитационного действия СБ-10А, СБ-94 и СБ-103 с двухконусным опрокидным барабаном представлена на рис. 5.2.

Их рабочим органом является барабан, состоящий из двух усеченных конусов 2 и 7, соединенных большими основаниями с цилиндрической вставкой. На внешней стороне последней приварен бандаж 3 и зубчатый венец 4. На внутренней стороне барабана закреплены лопасти с уклоном к середине барабана. Барабан бандажем опирается на опорные ролики 10 траверсы 6 и фиксируется на ней упорными роликами 5, установленными на осях с обеих сторон траверсы 6. Траверса сво-

ими цапфами опирается на подшипники 8, закрепленные на стойках 9 основной рамы 13.

Барaban приводится во вращение от электродвигателя 12 через редуктор 11, приводную шестерню и зубчатый венец. Пневмо- или гидроцилиндр 1 закреплен на одной из стоек и предназначен для наклона траверсы с барабаном с целью выгрузки готовой бетонной смеси.

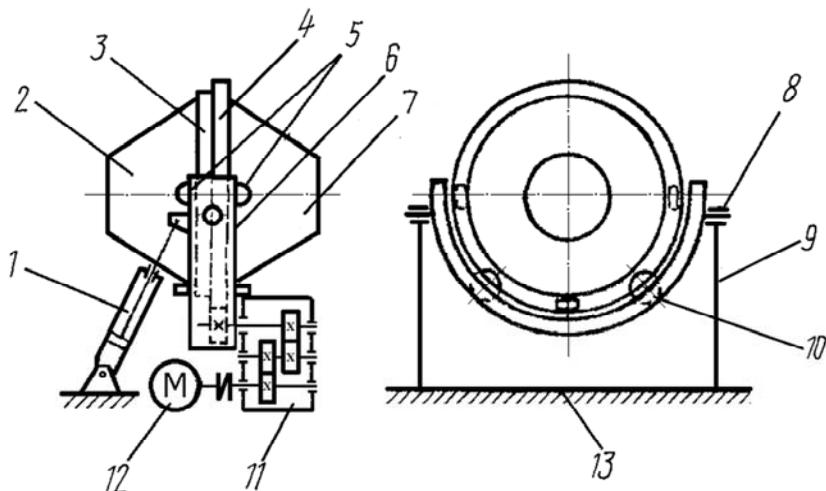


Рис. 5.2. Конструктивная схема стационарного циклического бетоносмесителя гравитационного действия с двухконусным опрокидным барабаном

Рабочий цикл бетоносмесителей гравитационного действия состоит из следующих операций: загрузка компонентов бетонной смеси в барабан, перемешивание материала, выгрузка готовой смеси, возвращение барабана в исходное положение.

Отдозированные сухие составляющие бетонной смеси загружаются в смесительный барабан в зависимости от вместимости барабана вручную, скиповым подъемником или из дозаторов. Затем в барабан подается требуемое количество воды. При этом барабан приводится во вращение относительно

своей оси, расположенной под углом 15° к горизонту – у бетоносмесителей с грушевидным опрокидным барабаном или относительно горизонтальной продольной оси – у бетоносмесителей с двухконусным опрокидным барабаном. При вращении барабана составляющие бетонной смеси под действием сил трения между ними и стенками барабана, а также лопастями, поднимаются на некоторую высоту и далее под действием сил тяжести скользят по лопастям и свободно падают вниз. При этом различные частицы смеси движутся относительно других частиц по пути наименьшего сопротивления и заполняют свободное пространство между более крупными частицами. Для выгрузки готовой бетонной смеси барабан опрокидывают соответствующим устройством горловиной вниз так, чтобы продольная ось его была наклонена под углом около 45° к горизонту. После выгрузки смеси барабан поворачивается в положение загрузки.

5.3. Определение критической частоты вращения барабана и технической производительности бетоносмесителя

1. Определение критической частоты вращения барабана.

Частота вращения смесительного барабана должна быть такой, чтобы при его работе материал под действием силы тяжести мог падать с определенной высоты, преодолевая силы его трения о лопасти и центробежные силы инерции, прижимающие материал к стенкам барабана.

Исходя из сказанного, критическая частота вращения барабана определяется по формуле, об/мин

$$n_{кр} = 30 \cdot \sqrt{\frac{\sin \alpha - \mu \cdot \cos \alpha}{R}},$$

где α – угол наклона лопасти к горизонту, ($\alpha = 45^\circ$);

μ – коэффициент трения смеси о сталь, ($\mu = 0,6$);

R – радиус внутренней поверхности барабана, м.

Радиус внутренней поверхности барабана измеряется непосредственно на машине или может быть определен по формуле, м

$$R = 0,792 \cdot V_{\text{заг}}^{0,31},$$

где $V_{\text{заг}}$ – вместимость барабана по загрузке сухих составляющих, м^3 .

2. Определение технической производительности бетоносмесителя.

Техническая производительность циклических бетоносмесителей определяется по формуле, $\text{м}^3/\text{ч}$

$$\Pi_{\text{тех}} = \frac{3600 \cdot V}{1000 \cdot T_{\text{ц}}},$$

где V – объем готового замеса, л;

$$V = V_{\text{заг}} \cdot k_{\text{вых}},$$

где $k_{\text{вых}}$ – коэффициент выхода бетонной смеси, ($k_{\text{вых}} = 0,65-0,70$);

$T_{\text{ц}}$ – продолжительность одного рабочего цикла, с:

$$T_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4,$$

где t_1 – продолжительность загрузки барабана (при ручной загрузке $t_1 = 40-50$ с; при загрузке скиповым подъемником $t_1 = 15-25$ с; при загрузке из дозатора $t_1 = 10-15$ с);

t_2 – продолжительность перемешивания;

t_3 – продолжительность выгрузки готовой бетонной смеси (принимается $t_3 = 10\text{--}20$ с; большие значения – для бетоносмесителей с большей вместимостью барабана);

t_4 – продолжительность поворота барабана в положение загрузки составляющих смеси (принимается $t_4 = 3\text{--}5$ с).

5.4. Контрольные вопросы

1. Для приготовления каких бетонных смесей применяются циклические бетоносмесители гравитационного действия?

2. Из каких элементов состоит циклический бетоносмеситель гравитационного действия?

3. Перечислите основные конструктивные отличия бетоносмесителя с грушевидным барабаном от бетоносмесителя с двухконусным барабаном?

4. От чего зависит производительность бетоносмесителя?

Лабораторная работа № 6

6. ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА ЦИКЛИЧНЫХ БЕТОНОСМЕСИТЕЛЕЙ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Оборудование: макет роторного бетоносмесителя.

6.1. Задание

1. Описать назначение и разновидности циклических бетоносмесителей принудительного действия.
2. Начертить конструктивную схему циклического бетоносмесителя принудительного действия в соответствии с вариантом задания, описать его устройство и рабочий процесс.
3. Рассчитать техническую производительность бетоносмесителя в соответствии с вариантом задания.

Таблица 6.1

Исходные данные к заданию

Показатели	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Марка бетоносмесителя	С-250	С-1500 М	БП-1125	БП-750	С-250	С-1500 М	БП-1125	БП-750	С-1500 М	БП-1125
Вместимость смесительной чаши по загрузке сухих составляющих, л	250	1500	1125	750	250	1500	1125	750	1500	1125
Время перемешивания, с	50	70	40	40	50	70	40	40	70	40
Способ загрузки материала в чашу*	х	х	хх	х	х	х	хх	х	х	хх

*х – скиповым подъемником; хх – из дозатора.

6.2. Назначение, общее устройство и принцип работы циклических бетоносмесителей принудительного действия

Циклические бетоносмесители принудительного действия предназначены для быстрого и высококачественного перемешивания бетонных и растворных смесей любой консистенции. Наиболее рационально их использовать для приготовления мелкозернистых жестких бетонных смесей с крупностью заполнителя не превышающей 60–70 мм на заводах железобетонных изделий.

Бетоносмеситель состоит из следующих основных частей:

- неподвижного цилиндрического корпуса-чаши с крышкой;
- мотора-редуктора;
- активатора (например, ротора с лопастями);
- механизма для выгрузки приготовленной бетонной смеси.

Такие бетоносмесители в зависимости от конструкции активатора подразделяются на две группы:

- 1) роторные (С-250, С-1500М и др.);
- 2) планетарные (БП-750, БП-1125 и др.);

Конструктивная схема циклических бетоносмесителей роторного типа представлена на рис. 6.1.

Они имеют вертикальную неподвижную чашу, состоящую из днища, внешнего *1* и внутреннего *9* цилиндров, создающих кольцевую зону, в которой осуществляется перемешивание смеси. Рабочим органом бетоносмесителя является ротор *3*, на стержнях-держателях *6* которого закреплены рабочие лопасти и два очистных скребка *10* и *11* для очистки внешнего и внутреннего цилиндров чаши. Рабочие лопасти расположены на разных расстояниях от центра вращения с таким расчетом, чтобы они перекрывали все кольцевое пространство смесителя, и установлены под различными углами в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Ротор приводится во вращение от мотора-редуктора *5* через зубчатую передачу *4*, на ведомом валу которой закреплен корпус ротора. Загрузка составляю-

щих сухих смесей осуществляется из дозатора или посредством скипового подъемника через загрузочное отверстие 2. Выгрузка готовой бетонной смеси – через секторный люк с затвором 8, управляемым пневмоцилиндром 12. Для защиты держателей и лопастей от поломок на корпусе ротора предусмотрены пружинные амортизаторы 7.

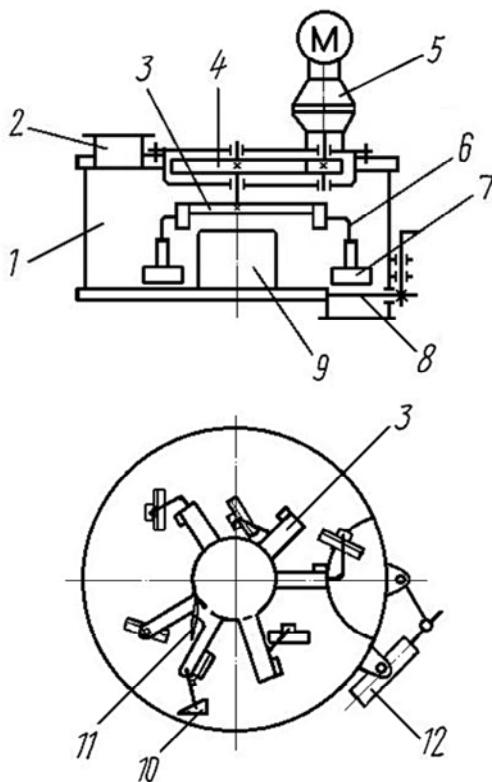


Рис. 6.1. Конструктивная схема роторного циклического бетоносмесителя роторного типа

Перемешивание смеси осуществляется в кольцевой смеси-тельной камере путем силового воздействия на нее лопастей, вращающихся вместе с ротором относительно вертикальной

оси. При этом частицы смеси под давлением лопастей движутся по сложным траекториям с различными скоростями, занимая свободное пространство между более крупными частицами. Очистные скребки очищают вертикальные стенки цилиндров от налипшего материала и направляют его в зону перемешивания. Вода подается в смеситель из дозатора по специальному трубопроводу.

Конструктивная схема циклических бетоносмесителей планетарного типа представлена на рис. 6.2.

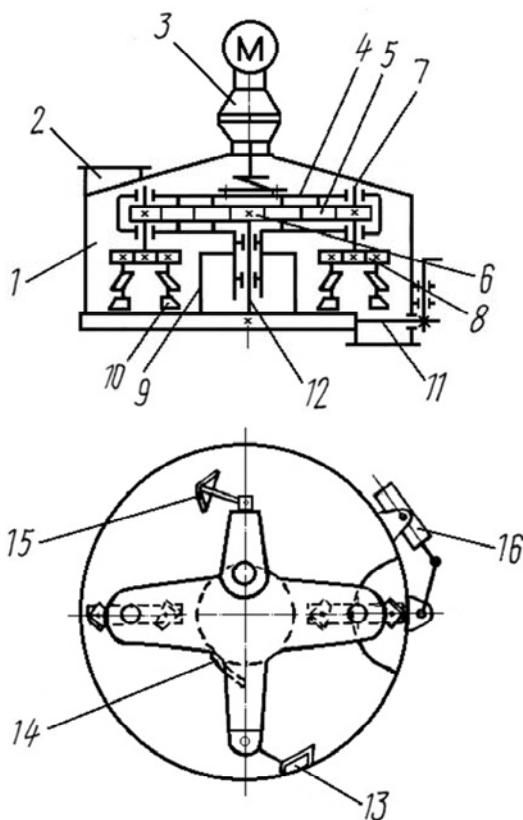


Рис. 6.2. Конструктивная схема циклического бетоносмесителя планетарного типа

Планетарный бетоносмеситель имеет вертикальную неподвижную чашу, состоящую из внешнего 1 и внутреннего 9 цилиндров и днища, в кольцевом пространстве между которыми осуществляется перемешивание смеси. В днище имеется люк для выгрузки готовой смеси с затвором 11, управляемым пневмоцилиндром 16. Сверху чаша закрыта откидными крышками, в одной из которых имеется загрузочный патрубок 2, а в другой – смотровой люк. Сверху чаши крепится мотор-редуктор 3 для привода смесительных лопастных валов 7. Вал мотор-редуктора соединен эластичной муфтой с траверсой 4, являющейся корпусом редуктора, и приводит ее во вращение вокруг неподвижно закрепленного на вертикальной стойке 12 зубчатого колеса 6. При этом шестерни 5 обкатываются вокруг зубчатого колеса 6 и вращают валы 7, на держателях 8 которых закреплены лопасти 10, расположенные в два ряда по высоте. Таким образом, смесительные лопасти вращаются одновременно вокруг центральной 12 и собственных 7 осей и совершают сложное планетарное движение в кольцевой смесительной чаше. На траверсе 4 при помощи рычагов и кронштейнов закреплены подгребающая лопасть 15 и скребки 13 и 14 для очистки внешнего и внутреннего цилиндров смесительной чаши. Сухие составляющие смеси загружаются в чашу из дозатора или посредством скипового подъемника.

Бетонная смесь перемешивается под действием лопастей, совершающих планетарное движение в смесительной чаше. При этом частицы смеси под действием давления лопастей перемещаются по сложным траекториям с различными скоростями, сдвигают рядом расположенные частицы и занимают пространство между более крупными частицами. Подгребающая лопасть непрерывно подает перемешиваемый материал под смешивающие лопасти, а очистные лопасти очищают вертикальные стенки чаши от налипающего материала. Вода подается в смеситель из дозатора по специальному трубопроводу.

По окончании перемешивания готовая бетонная смесь выгружается через люк в днище, который открывается поворотом

затвора в горизонтальной плоскости. При этом вращающиеся лопасти способствуют перемещению смеси к разгрузочному отверстию. Когда выгрузка смеси окончена, закрывается люк в днище, и чаша готова к приему очередной порции составляющих смеси.

6.3. Определение технической производительности бетоносмесителя

Техническая производительность циклических бетоносмесителей ($\text{м}^3/\text{ч}$) определяется по формуле

$$P_{\text{тех}} = \frac{3600 \cdot V}{1000 \cdot T_{\text{ц}}},$$

где V – объем готового замеса, л:

$$V = V_{\text{заг}} \cdot k_{\text{вых}},$$

где $k_{\text{вых}}$ – коэффициент выхода бетонной смеси, ($k_{\text{вых}} = 0,65–0,70$);

$T_{\text{ц}}$ – продолжительность одного рабочего цикла, с:

$$T_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3,$$

где t_1 – продолжительность загрузки чаши, (при загрузке скиповым подъемником $t_1 = 15–25$ с; при загрузке из дозатора $t_1 = 10–15$ с);

t_2 – продолжительность перемешивания;

t_3 – продолжительность выгрузки готовой бетонной смеси, (принимается $t_3 = 10–20$ с; большие значения – для бетоносмесителей с большей вместимостью чаши).

6.4. Контрольные вопросы

1. Для приготовления каких бетонных смесей применяются циклические бетоносмесители принудительного действия?
2. Из каких элементов состоит циклический бетоносмеситель принудительного действия?
3. Перечислите отличия роторного бетоносмесителя от планетарного?
4. Как определяется продолжительность рабочего цикла бетоносмесителя?

ЛИТЕРАТУРА

1. Дорожно-строительные машины / А. В. Вавилов [и др.]; под общ. ред. А. М. Щемелева. – Минск: Технопринт, 2000. – 515 с.
2. Дорожно-строительные машины и комплексы: учебник для вузов / В. И. Баловнев [и др.]; под общ. ред. В. И. Баловнева. – 2-е изд. – Москва – Омск: Изд-во СибАДИ, 2001. – 528 с.
3. Переработка и утилизация дисперсных материалов и твердых отходов: учеб. пос. / В. И. Назаров [и др.]; под ред. В. И. Назарова. – Москва: Альфа-М НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 464 с.
4. Иванченко, С. Н. Асфальтоукладчики. Конструкция и расчет: учеб. пособие / С. Н. Иванченко, А. В. Лещинский. – Хабаровск: ХГТУ, 2002. – 104 с.
5. Щемелев, А. М. Строительные машины и средства малой механизации / А. М. Щемелев, С. Б. Партнов, Л. И. Белоусов; под ред. А. М. Щемелева. – Минск: Дизайн Про, 1998. – 271 с.
6. Борщевский, А. А. Механическое оборудование для производства строительных материалов и изделий / А. А. Борщевский, А. С. Ильин. – М.: Высшая школа, 1987. – 368 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
<i>Лабораторная работа № 1</i>	
1. Изучение устройства щековых дробилок и определение их технико-эксплуатационных показателей.....	4
<i>Лабораторная работа № 2</i>	
2. Изучение устройства барабанных мельниц и определение их основных параметров	10
<i>Лабораторная работа № 3</i>	
3. Изучение устройства вибрационных грохотов и определение их производительности.....	19
<i>Лабораторная работа № 4</i>	
4. Изучение устройства комплекта автоматических весовых дозаторов циклического действия	24
<i>Лабораторная работа № 5</i>	
5. Изучение устройства циклических бетоносмесителей гравитационного действия и определение их производительности.....	30
<i>Лабораторная работа № 6</i>	
6. Изучение устройства циклических бетоносмесителей принудительного действия и определение их производительности.....	38
Литература.....	45

Учебное издание

СТРОИТЕЛЬНЫЕ, ДОРОЖНЫЕ И МЕЛИОРАТИВНЫЕ МАШИНЫ

Учебно-методическое пособие
для студентов специальности
1-36 11 01 «Подъемно-транспортные, строительные,
дорожные машины и оборудование»

Составители:

БУРМАК Игорь Владимирович
БЕЖИК Александр Александрович

Редактор *Е. О. Германович*
Компьютерная верстка *Е. А. Беспанской*

Подписано в печать 05.02.2021. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 2,73. Уч.-изд. л. 2,14. Тираж 100. Заказ 621.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.