

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Транспортные и технологические машины»

ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

*Методические рекомендации к лабораторным работам
для студентов специальности
7-07-0732-01 «Строительство зданий и сооружений»
очной и заочной форм обучения*



Могилев 2025

УДК 004.94:621
ББК 32.973-02:34.42
Д19

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Транспортные и технологические машины»
«24» декабря 2024 г., протокол № 5

Составители: д-р техн. наук, проф. Л. А. Сиваченко;
Ю. М. Харитонов

Рецензент канд. техн. наук, доц. А. Е. Науменко

Методические рекомендации разработаны в соответствии с учебной программой дисциплины «Дорожно-строительные машины» для студентов специальности 7-07-0732-01 «Строительство зданий и сооружений» очной и заочной форм обучения и предназначены для использования при выполнении лабораторных работ.

Учебное издание

ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Ответственный за выпуск	И. В. Лесковец
Корректор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 36 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.

Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2025

Содержание

Введение.....	4
1 Лабораторная работа № 1. Изучение конструкций и определение основных параметров механических передач.....	5
2 Лабораторная работа № 2. Изучение конструкций и определение основных параметров гидрообъёмных передач.....	8
3 Лабораторная работа № 3. Исследование рабочего процесса щековой дробилки.....	12
4 Лабораторная работа № 4. Шаровая мельница.....	15
5 Лабораторная работа № 5. Исследование рабочего процесса смесителя принудительного действия	18
6 Лабораторная работа № 6. Изучение конструкции, принципа действия и определение основных параметров шнекового питателя.....	21
7 Лабораторная работа № 7. Изучение общего устройства и технологического процесса работы асфальтосмесительных установок.....	24
Список литературы.....	30

Введение

Целью учебной дисциплины «Дорожно-строительные машины» является формирование у студентов комплекса знаний по классификации, устройству и применению машин и механизмов строительной индустрии и дорожного строительства.

Задачи дисциплины «Дорожно-строительные машины» заключаются в обеспечении знаниями студентов по устройству, по рабочим процессам, теории расчета машин и устройств, по тенденции и перспективам их развития, приобретения навыков расчета машин с учетом нормативных документов и с применением вычислительной техники, а также рационального их использования в конкретных условиях эксплуатации, с соблюдением правил техники безопасности, законов об охране труда и окружающей среды и применения знаний при эксплуатации дорожно-строительных машин.

По курсу «Дорожно-строительные машины» студент выполняет ряд лабораторных работ в соответствии с методическими рекомендациями.

Вначале с помощью методических рекомендаций и плакатов предлагается изучить и проанализировать конструкцию и основные понятия и положения, определяющие работу дорожно-строительных машин. Затем подробно уяснить методы и способы решения, основы теории расчета основных параметров машин, механизмов и оборудования, рассчитать основные параметры машины или оборудования.

После выполнения лабораторной работы студент оформляет отчет, содержащий цель работы, постановку задачи с исходными данными, анализ полученных результатов и выводы.

1 Лабораторная работа № 1. Изучение конструкций и определение основных параметров механических передач

Цель работы: изучение конструкций механических передач и определение их основных параметров.

Оборудование: фрикционная, цепная, клиноременная передачи, цилиндрический и червячный редукторы, детали различных типов механических передач.

Общие сведения

Механической передачей называется механизм, служащий для преобразования скорости движения и момента двигателя при передаче его рабочему органу машины. По принципу работы передачи делят на следующие виды: передачи трения с непосредственным контактом тел качения (фрикционные) и с гибкой связью (ременные); передачи зацеплением с непосредственным контактом (зубчатые и червячные) и гибкой связью (цепные).

Передаточное отношение фрикционной передачи

$$u = n_1/n_2 = d_2/(d_1\xi), \quad (1.1)$$

где n_1, n_2 – частота вращения ведущего и ведомого вала;

d_1, d_2 – диаметр ведущего колеса и ведомой шестерни;

ξ – коэффициент, учитывающий скольжение, $\xi = 0,99 \dots 0,995$.

Простейшая ременная передача состоит из ведущего и ведомого шкивов и ремня, надетого на шкивы с натяжением и передающего окружные усилия посредством сил трения. Ремни выполняют плоскими, клиновыми и круглыми, а также зубчатыми.

Зубчатые передачи посредством зубчатого зацепления передают или преобразуют движение с изменением скоростей и моментов. Зубчатые передачи между параллельными осями осуществляются цилиндрическими колесами с прямыми, косыми и шевронными зубьями, между пересекающимися осями – коническими колесами, между скрещивающимися – винтовыми.

Меньшее зубчатое колесо в паре называется шестерней, большее – колесом. Для преобразования вращательного движения в поступательное служит реечное зацепление.

В качестве основного параметра принят модуль зубьев m_1 – величина, пропорциональная шагу p_1 по делительной окружности, т. е.

$$m_1 = p_1/\pi. \quad (1.2)$$

Передаточное отношение зубчатой передачи (пары)

$$U = d_2/d_1 = z_2/z_1, \quad (1.3)$$

где d_1, d_2, z_1, z_2 – диаметр делительной окружности и число зубьев ведущего и ведомого колес соответственно для редуцирующей передачи.

Крутящий момент на шестерне T_1 , Н·м, выражается через передаваемую мощность N , кВт, и частоту вращения шестерни n_1 , мин⁻¹, по формуле

$$T_1 = 9740N/n_1. \quad (1.4)$$

Окружная сила F , Н, в зубчатой передаче определяется по формуле

$$F = 2000\pi/d_{wl}, \quad (1.5)$$

где d_{wl} – диаметр начальной окружности шестерни, мм.

Крутящий момент на колесе равен произведению крутящего момента на шестерне T_1 на передаточное число передачи u :

$$T_2 = T_1 \cdot u. \quad (1.6)$$

Кроме обычных зубчатых передач с неподвижными осями колес, применяются передачи с перемещающимися осями колес, называемые планетарными. В этих передачах сателлиты движутся относительно центрального колеса. Оси сателлитов закрепляются в звене, называемом водилом. Если в планетарной передаче все звенья являются подвижными, то такая передача приобретает свойства дифференциала, распространенного устройства трансмиссии самоходных машин.

Основные достоинства планетарных передач: многопоточность передачи энергии несколькими зубчатыми парами одновременно, обладают меньшими габаритами, массой, имеют повышенный КПД и обеспечивают более высокие передаточные отношения. К недостаткам можно отнести более высокие требования к качеству их изготовления.

Передаточное отношение планетарной передачи при остановленном внешнем центральном колесе ($\omega_3 = 0$) определяют по формуле

$$i_{1,H}^3 = \omega_1/\omega_H = 1 + z_3/z_1. \quad (1.7)$$

Червячные передачи передают вращение между перекрещивающимися осями и относятся к зубчато-винтовым передачам. Они состоят из червяка и червячного колеса. В отличие от винтовых передач осуществляется линейный контакт.

Передаточное число червячной передачи определяется из условия, что за каждый оборот червяка колесо поворачивается на число зубьев, равное числу

заходов червяка

$$u = n_1 / n_2 = z_2 / a_1, \quad (1.8)$$

где n_1, n_2 – частота вращения червяка и червячного колеса;

a_1, z_2 – число заходов червяка и число зубьев червячного колеса.

Цепные передачи предназначаются для передачи движения между параллельными валами при увеличенном расстоянии между ними. Передача состоит из ведущей z_1 , ведомой z_2 звездочек и цепи, охватывающей их, для редуцирующей передачи. В строительных машинах наиболее распространены втулочно-роликовые цепи.

Передаточное число цепной передачи

$$u = n_1 / n_2 = z_2 / z_1. \quad (1.9)$$

Величина допускаемой окружной полезной нагрузки $F_1, \text{ Н}$, определяется по формуле

$$F_1 = [k] \cdot b \cdot d / K_3, \quad (1.10)$$

где $[k]$ – допускаемая величина давления в шарнирах; для втулочно-роликовых цепей $[k] = 14 \dots 35 \text{ МПа}$;

b, d – длина и диаметр роликов соответственно, м;

K_3 – коэффициент, учитывающий условия смазки, регулировки, режим нагружения и другие условия, $K_3 = 2,2 \dots 3,0$.

Мощность $N, \text{ Вт}$, передаваемая одной цепью, вычисляется по формуле

$$N = F_1 \cdot v, \quad (1.11)$$

где F_1 – полезное окружное усилие цепи, Н;

v – скорость цепи, м/с.

Механизмы, составленные из отдельных передач, служащих для понижения угловых скоростей и увеличения крутящих моментов, и выполненные в виде отдельных агрегатов, называются редукторами. Зубчатые редукторы могут быть одно-, двух- и трехступенчатые в зависимости от величины передаточных чисел.

Порядок выполнения работы

1 После изучения общих сведений о механических передачах студенты, разбитые на бригады по 2–4 человека, производят разборку-сборку редукторов и узлов механических передач и замеры их основных геометрических параметров.

2 Для каждой из передач определяется передаточное число и величина

передаваемой мощности, момента, частоты вращения для ведомого и ведущего звена. Студенты также разрабатывают схему передачи.

3 Все полученные результаты заносятся каждым студентом в отчет в виде расчетов и таблиц, который защищается индивидуально.

Контрольные вопросы

- 1 Как определяется передаточное число зубчатой передачи?
- 2 Как определяется передаточное число червячной передачи?
- 3 Как рассчитывается окружная сила зубчатой передачи?
- 4 Как определяется и от чего зависит передаточное число клиноременной передачи?
- 5 Что такое модуль зубьев зубчатой передачи?
- 6 Какими параметрами определяется мощность, передаваемая передачей?

2 Лабораторная работа № 2. Изучение конструкций и определение основных параметров гидрообъемных передач

Цель работы: изучение конструкций основных элементов гидрообъемных передач и определение их основных параметров.

Общие сведения

Распространение гидрообъемных передач обусловлено компактностью конструкции, простотой средств бесступенчатого регулирования скорости исполнительного механизма и преобразованием вращательного движения в возвратно-поступательное и наоборот. При их использовании возможна автоматизация работы, унификация и стандартизация элементов привода. Однако эти передачи имеют низкий КПД (0,65...0,85), требуют точного изготовления и квалифицированного обслуживания.

В гидрообъемных передачах геометрические и силовые связи устанавливаются замкнутым объемом жидкости, расположенной в напорной магистрали между насосом и гидродвигателем. В насосе механическая энергия двигателя преобразуется в гидравлическую энергию рабочей жидкости, которая затем переходит в механическую энергию гидродвигателя.

Гидродвигатели бывают трех видов: гидромоторы, поворотники и гидроцилиндры. Гидромоторы обеспечивают вращательное движение. Поворотники (моментные гидроцилиндры) поворачивают ведомый вал только на ограничительный угол. Гидроцилиндры обеспечивают преобразование в возвратно-поступательное движение.

Различают гидромоторы шестеренчатые, пластинчатые (шиберные), аксиально-поршневые, радиально-поршневые и др.

Шестеренчатые насосы состоят из корпуса и зубчатых колес. Одно из колес

приводится в движение от двигателя, второе – вращается свободно на оси.

В шестеренчатом насосе при вращении приводного вала захватывается некоторый объем рабочей жидкости и всасывающей камеры и переносится в напорную камеру зубьями шестерен, заполняя пространства между ними. Шестеренчатые насосы имеют постоянную подачу жидкости и работают чаще всего в диапазоне 500...2500 мин⁻¹. Эти насосы широко применяют в основном при давлениях до 10 МПа и мощностях до 30...40 кВт.

Поршневые насосы подразделяются на радиально-поршневые и аксиально-поршневые, наиболее распространенные, позволяющие получать более компактные гидропередачи строительных машин.

В аксиально-поршневом насосе подача жидкости осуществляется за счет возвратно-поступательного движения поршней, установленных на равном расстоянии и параллельно оси корпуса под углом к наклонной шайбе. В регулируемых насосах угол изменяется с помощью специальной системы управления, поддерживая постоянную мощность, отдаваемую насосом, и работают при давлениях до 40...50 МПа, имеют производительность до 0,75 м³/мин и частоту вращения вала 1000...3000 мин⁻¹. КПД насосов колеблется примерно от 0,85 до 0,9.

Пластинчатый насос состоит из корпуса, ведущего вала и эксцентрично расположенного на валу ротора, в пазах которого перемещаются пластины. При вращении ротора между лопастями, которые прижимаются к корпусу пружинами, образуются камеры, переносящие жидкость из полости всасывания в полость нагнетания. При этом, чем больше эксцентриситет ротора, тем больше подаваемый объем жидкости. Пластинчатые насосы работают при давлениях 16...18 МПа при КПД 0,8...0,85.

Все перечисленные типы гидромашин способны работать как в качестве насоса, так и в качестве гидромотора.

Гидроцилиндры бывают одностороннего и двухстороннего действия. Первые способны развивать усилие под действием рабочей жидкости только в одном направлении. Шток гидроцилиндра двухстороннего действия перемещается в двух противоположных направлениях под действием рабочей жидкости (рисунок 2.1).

Количественные соотношения параметров насосов и гидродвигателей представлены следующими формулами:

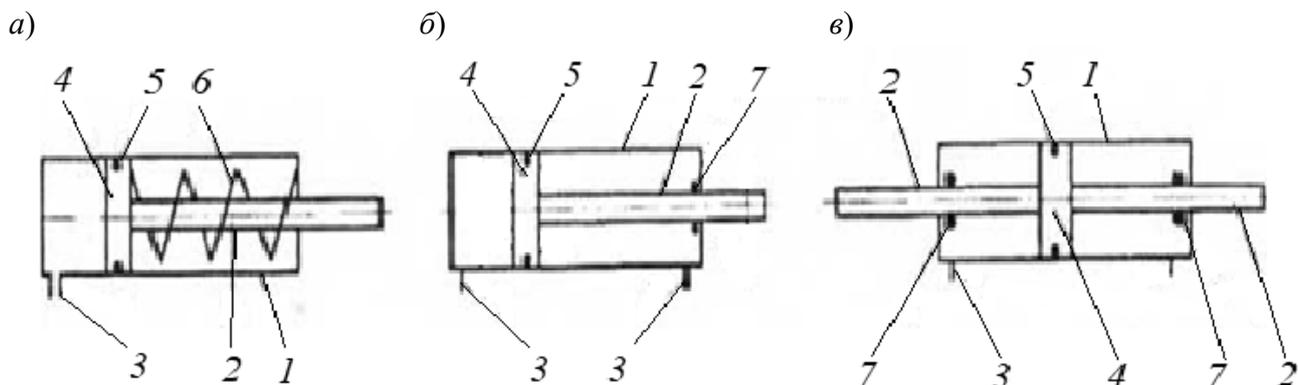
$$Q_1 = \omega W; \quad M_T = \omega \Delta p, \quad (2.1)$$

где ω – угловая скорость вала гидромашин, рад/с;

W – объем жидкости, пропускаемой через гидромашину при повороте ее ротора на 1 рад, м³/рад;

M_T – момент сил на валу гидромашин, Н·м;

Δp – перепад давления жидкости между напорным и сливным патрубками, МПа.



a – одностороннего действия; *б* – двухстороннего действия с односторонним штоком; *в* – двухстороннего действия с двухсторонним штоком; 1 – корпус; 2 – шток; 3 – магистраль; 4 – поршень; 5, 7 – уплотнения; 6 – пружина

Рисунок 2.1 – Схемы гидроцилиндров

Для машин возвратно-поступательного действия

$$Q_T = Fv; \quad P_T = F\Delta p, \quad (2.2)$$

где Q_T – теоретический расход жидкости, м³/с;

v – скорость перемещения поршня, м/с;

P_T – усилие на штоке, Н;

F – активная площадь поршня, м²;

Δp – перепад давления жидкости между напорным и сливным патрубками, МПа.

Общий КПД гидропередачи определяется зависимостью

$$\eta = \eta_0 \cdot \eta_1, \quad (2.3)$$

где η_0 – объемный КПД;

η_1 – гидромеханический КПД.

В целом, общий КПД гидропередач находится в диапазоне 0,7...0,94.

Управление потоком гидравлической жидкости осуществляется с помощью распределительной и контрольной аппаратуры.

Гидрораспределители служат для автоматического, дистанционного и кнопочного переключения, управления и направления потоков рабочей жидкости, реверсирования движения и фиксирования гидродвигателей в определенном положении, автоматически переключают систему на холостой ход по окончании рабочего хода и обеспечивают управление несколькими исполнительными гидродвигателями.

Гидроклапаны представляют собой различные запорные устройства: шариковые, конические, золотниковые для изменения величины проходного потока и давления.

Обратные гидроклапаны обеспечивают движение рабочей жидкости толь-

ко в одном направлении. Их применяют для защиты насосов от резкого повышения давления, вызываемого нагрузками на рабочем органе.

Подпиточный клапан является разновидностью обратного гидроклапана, который устанавливают в подводящей гидролинии гидродвигателя или в гидрораспределителе. Он обеспечивает заполнение гидролинии рабочей жидкостью во избежание кавитации под давлением 0,05...0,5 МПа.

Гидрозамки представляют собой управляемые обратные клапаны, которые позволяют запирать систему, а при необходимости, пропускать жидкость в обоих направлениях. Гидрозамки устанавливают, например, между гидродвигателем и гидрораспределителем, чтобы надежно фиксировать положение рабочего органа в поднятом положении.

Предохранительные гидроклапаны служат для ограничения давления, воспринимаемого гидродвигателем от большой внешней нагрузки. Для этого они пропускают рабочую жидкость из напорной гидролинии в сливную.

Редукционные клапаны используют для поддержания пониженного давления на отдельных участках системы.

Гидробак – емкость для хранения, отстоя и охлаждения рабочей жидкости, циркулирующей в гидроприводе.

Гидроаккумулятор – гидроемкость, служащая для аккумуляирования и возврата энергии рабочей жидкости, находящейся под давлением.

Фильтры, устанавливаемые в цепи гидросистем, служат для обнаружения попавших в рабочую жидкость посторонних включений и продуктов износа, а теплообменники – для отвода теплоты.

Порядок выполнения работы

После получения основных сведений студенты, разбитые на бригады по 2–4 человека, по плакатам и натурным образцам изучают устройство и принцип действия насосов, гидродвигателей, распределительной, управляющей и контрольной аппаратуры, а также вспомогательного оборудования.

По заданию преподавателя производится расчет одного из параметров изучаемых устройств по аналитическим зависимостям.

Отчет по работе выполняется и защищается индивидуально.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое объемный гидропривод?
- 2 Назовите основные типы насосов.
- 3 Приведите примеры обратимых гидромашин.
- 4 Приведите схемы гидроцилиндров одностороннего и двухстороннего действия.
- 5 Почему при перемещении штока гидроцилиндра развиваемое усилие в различных направлениях не одинаково?
- 6 Как определить усилие на штоке гидроцилиндра?

3 Лабораторная работа № 3. Исследование рабочего процесса щековой дробилки

Цель работы: закрепление теоретических знаний по теории дробления каменных материалов; получение навыков теоретического расчета основных параметров дробилки согласно вариантам задания (таблица 3.1); практическое определение усилия дробления, степени дробления, производительности дробилки и потребляемой мощности.

Теоретическая часть

К основным параметрам щековых дробилок относят следующее: угол захвата α между неподвижной и подвижной дробящими плитами; частота вращения эксцентрикового вала n , с⁻¹; производительность дробилки Q , м³/ч; требуемая мощность двигателя P , кВт.

Таблица 3.1 – Исходные данные

Вариант	D_{CB} , мм	d_{CB} , мм	Материал	σ , МПа	E , 10 ² МПа
1	200	70	Мрамор	120...140	565...700
2	180	75	Известняк мягкий	40...60	350...500
3	160	60	Гранит мелкозернистый	180...200	600...700
4	140	70	Гранит крупнозернистый	120...140	515...700
5	120	30	Кварц	180...200	600...700
6	100	40	Песчаник	50...80	340...500
7	80	30	Диабаз	190...250	612...780
8	60	30	Доломит	50...80	340...500
9	180	40	Базальт	200...300	660...970
10	140	40	Порфир	150...270	680...800
11	160	40	Сланец	25...10	110...1900
12	100	40	Известняк прочный	100...120	350...500

Объемная гипотеза Кирпичева – Кика основана на теории упругости, дающей абсолютную величину работы деформации A , МДж, и рассчитывается по формуле

$$A = \frac{\sigma_0^2 \cdot V}{2 \cdot E} = \frac{\pi \cdot \sigma^2 \cdot (D_{CB}^2 - d_{CB}^2) \cdot b}{12 \cdot E}, \quad (3.1)$$

где σ , E – предел прочности и модуль упругости дробимого материала (см. таблицу 3.1), МПа;

D_{CB} – средневзвешенный размер материала до дробления, м;

d_{CB} – средневзвешенный размер выходного материала, м;

b – ширина камеры дробления, м.

Усилие дробления F , кН, определяется по формуле

$$F = \frac{2 \cdot A}{S_0}, \quad (3.2)$$

где S_0 – ход подвижной щеки в месте приложения силы F , мм.

Используемое оборудование, приборы и материалы

Лабораторный стенд выполнен на базе щековой дробилки СМ-165 со сложным движением щеки.

Основой дробилки является станина, на которой в роликовых подшипниках установлен эксцентриковый вал, на одном конце расположен маховик, а на противоположном – шкив. В средней части вала на паре подшипников смонтирована подвижная щека с защитной плитой. Внутренние боковые поверхности станины также защищены. Для поддержания подвижной щеки в рабочем положении и передачи усилий на дробление материала служит распорная плита, являющаяся также предохранительным устройством от перегрузок при попадании недробимых материалов с наклеенными тензодатчиками на поверхности, а для замыкания и удержания подвижной щеки и распорной плиты служит замыкающая пружина.

Крупность дробления регулируют изменением зазора d между дробящими плитами клиновым регулировочным устройством, состоящим из двух клиньев и винта.

Привод – электродвигатель через клиноременную передачу.

Порядок выполнения работы

После изучения теоретической части и безопасных приемов работы выполнить экспериментальную часть в следующей последовательности:

- 1) включить осциллограф, тензоусилитель и другую регистрирующую аппаратуру;
- 2) используя комплект тензометрической аппаратуры, мерную линейку, известный дробимый материал, тарировочный график установленного тензометрического моста, замерить размеры камня D_{CP} до дробления, определить по таблице его прочностные показатели $\sigma_{СЖ}$, E (см. таблицу 3.1);
- 3) определить усилие дробления по формуле (3.2);
- 4) установить размер выпускного отверстия нужной величины;
- 5) записать рабочий процесс дробления на осциллограмму в файл и замерить размеры щебня после дробления и потребляемую мощность;
- 6) определить максимальное значение усилия T , Н, в распорной плите по формуле

$$T = K_M \cdot \Delta, \quad (3.3)$$

где K_M – коэффициент масштаба, Н/мм;

Δ – отклонение шлейфа, мм;

7) найти опытное значение усилия дробления $F_{оп}$, Н, следующим образом:

$$F_{оп} = \frac{T \cdot L \cdot \sin(\beta - \alpha)}{\alpha}, \quad (3.4)$$

где L – расстояние, определяемое замером на дробилке;

β – угол между распорной плитой и вертикалью, обычно $\beta = 83^\circ$;

α – угол захвата, $\alpha = 18^\circ \dots 22^\circ$;

8) вычислить напряжения σ_H , Па, возникающие в распорной плите, по формуле

$$\sigma_H = \frac{T}{S \cdot \varphi}, \quad (3.5)$$

где S – площадь поперечного сечения распорной плиты, м²;

φ – коэффициент продольного изгиба, $\varphi = 0,4 \dots 0,7$.

Принять материал для изготовления распорной плиты с учетом $K_{зан}$. Производительность Q_Γ , м³/ч, щековой дробилки с учетом ее параметров определяется по формуле

$$Q_\Gamma = \frac{3600 \cdot b \cdot n \cdot \mu \cdot d_{CP} \cdot S_n}{\operatorname{tg} \alpha}, \quad (3.6)$$

где n – частота вращения эксцентрикового вала, об/мин;

μ – коэффициент, учитывающий разрыхление материала при дроблении, $\mu = 0,4$.

Мощность P , кВт, электродвигателя рассчитывается по формуле

$$P = \frac{\sigma^2 \cdot Q_\Gamma \cdot (i - L)}{2,4 \cdot E \cdot \eta_d \cdot \eta_H}, \quad (3.7)$$

где η_d – КПД дробилки, $\eta_d \approx 0,2 \dots 0,3$;

η_H – КПД привода, $\eta_H = 0,9$.

Результаты теоретических и экспериментальных данных заносятся в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Теоретические и экспериментальные значения

Параметр	Размерность	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3
D_{CP}	м			
d_{CP}	м			
$\Sigma_{CЖ}$	МПа			
E	МПа			
F	кВ			
$F_{оп}$	кВ			
σ_H	МПа			
$Q_{Г} / Q_{ГОН}$	м ³ /ч			
$P / P_{ОН}$	кВт			

Содержание отчета

В отчете приводятся данные, полученные экспериментальным путем и рассчитанные теоретически, расчетные схемы в соответствии с таблицей 3.2. Анализируются причины расхождения между теоретическими и экспериментальными значениями, дается заключение.

Контрольные вопросы

- 1 Какое движение совершает подвижная щека дробилки?
- 2 Какие функции выполняет распорная плита?
- 3 Как осуществляется регулировка выходного отверстия?
- 4 Как влияет частота вращения эксцентрикового вала на производительность дробилки?

4 Лабораторная работа № 4. Шаровая мельница

Цель работы: изучение устройства и принципа действия барабанных мельниц с шаровой загрузкой; определение кинетики процесса помола и расчет основных параметров мельницы.

Теоретическая часть

Состав и устройство макета. В производстве цемента, керамики и стекла для грубого и тонкого помола материалов широко применяются шаровые мельницы. Принцип действия шаровых мельниц основан на измельчении материала ударом и частично истиранием свободно падающих мелющих тел во вращающемся барабане. Макет мельницы состоит из приводного электродвигателя, планетарного редуктора, кинематически связанного с барабаном посредством муфты.

Мелющая загрузка в виде шаров или цилпепбса вместе с измельчаемым материалом загружается вовнутрь барабана и выгружается из него через люк с фиксатором. Объем загрузки барабана составляет 28 %...34 % от общего внутреннего объема последнего.

Теоретические положения и пример расчета мельницы. Частота вращения барабана

$$n = 2 \cdot (5 \cdot \varphi + 2) / 15 \sqrt{D_0}, \quad (4.1)$$

где φ – коэффициент заполнения мельницы шарами, $\varphi = 0,28 \dots 0,34$;

D_0 – внутренний диаметр барабана, м.

Объем камеры измельчения рассчитывается по формуле

$$V = \pi \cdot D_0^2 \cdot L_0 / 4, \quad (4.2)$$

где L_0 – внутренняя длина барабана, м.

Масса мелющих тел $m_{Ш}$, т, находится по формуле

$$m_{Ш} = \varphi \cdot \mu \cdot \rho_{МЕТ} \cdot V. \quad (4.3)$$

Для шаров размером 0,03...0,06 м μ – коэффициент пустотности загрузки, $\mu = 0,5 \dots 0,6$; $\rho_{МЕТ}$ – плотность мелющих тел, $\rho_{МЕТ} = 7,8$ т/м³.

Производительность Q_P , т/ч, определяется по формуле

$$Q_P = 6,45 \cdot V \cdot \sqrt{D_0} \cdot \left(\frac{m_{Ш}}{V} \right)^{0,8} \cdot q \cdot K, \quad (4.4)$$

где q – удельная производительность мельницы на 1 кВт полезной мощности (может рассчитываться, как отношение $m_{z.n.}/t$ для цементного клинкера и кварца), обычно $q = 0,03 \dots 0,06$ т/ч;

K – коэффициент тонкости помола, зависящий от остатка A_{008} на сите № 008 (таблица 4.1), %.

Мощность двигателя привода барабанной мельницы с учетом массы измельчаемого материала (обычно $m = 0,14 m_{Ш}$) рассчитывается как

$$P = 0,45 \cdot \pi \cdot g \cdot D_0 \cdot m_{Ш} \cdot n / \eta_{П}, \quad (4.5)$$

где $\eta_{П}$ – КПД привода.

Таблица 4.1 – Исходные данные

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Тонкость помола A_{008} , %	5	7	9	11	13	15	17	19	20	7	8	10
K	0,77	0,86	0,91	1,04	1,13	1,21	1,29	1,37	1,42	0,86	0,89	1,01

Используемое оборудование, приборы и материалы

Макет мельницы предназначен для демонстрации принципа измельчения в шаровых барабанных мельницах с шаровой загрузкой.

Загрузка шаров и материала производится через загрузочный люк. Отбор проб для изучения кинетики измельчения осуществляется через некоторые равные промежутки времени массой не более 30 г.

Крупность загружаемого материала к диаметру шара не должна превышать соотношения $D_m / D_{ш} = 0,1$.

Мощность, потребляемая электродвигателем, фиксируется ваттметром. При измерении мощности необходимо использовать не менее $2/3$ шкалы прибора с поправочным коэффициентом $\sqrt{3} = 0,73$.

Значение экспериментально определенной мощности находится по формуле

$$N = z \cdot n \cdot \sqrt{3}, \quad (4.6)$$

где z – цена деления шкалы на данном режиме, Вт; $z = V_{II} \cdot A_{II} / n_{ш}$;

n – число делений показания;

$n_{ш}$ – число делений на шкале прибора;

V_{II} – предел измерений по напряжению, В;

A_{II} – предел измерения по току, А.

Порядок выполнения работы

Изучаются теоретические положения, получается задание (см. таблицу 4.1) и выполняются расчеты основных параметров мельницы. Далее выполняется экспериментальная часть работы в следующей последовательности:

1) загрузить барабан мельницы на расчетную степень заполнения камеры измельчения $m_{ш}$ и $m_m = 1 \dots 2$ кг;

2) загерметизировать люк и произвести измельчение с контролем потребляемой мощности и остатка на сите с помощью П-501, РП-5;

3) данные экспериментов занести в таблицу 4.2;

4) определить массу готового материала за время измельчения t_i ;

5) рассчитать энергоемкость процесса помола q , Вт ч/кг.

Таблица 4.2 – Результаты экспериментальных исследований

Опыт	t , с	P , Вт	A_{008} , %	m_M , кг	$m_{z.n}$, кг	q , Вт·ч/кг
1	60					
2	120					
3	180					
4	240					
5	300					

Содержание отчета

В отчете приводятся данные, полученные путем теоретического расчета основных параметров и посредством эксперимента. Делается заключение о сходимости полученных результатов.

Отчет должен содержать схему макета мельницы, таблицу и график экспериментальных исследований, теоретические расчеты и др.

Контрольные вопросы

- 1 Устройство и принцип действия макета.
- 2 Порядок проведения эксперимента. Как измеряется мощность?
- 3 Как повысить производительность мельницы?
- 4 Как снизить энергоемкость процесса помола?
- 5 Какое движение совершает шаровая загрузка?
- 6 От чего зависит производительность мельницы?

5 Лабораторная работа № 5. Исследование рабочего процесса смесителя принудительного действия

Цель работы: определение качества смешивания, производительности и потребляемой мощности для различных типов смесителей.

Оборудование: два лабораторных смесителя; ваттметр П-501; секундомер; линейка; мерная емкость; весы; пробоотборник; набор сит.

Общие сведения

Смешивание – один из основных процессов строительного производства, имеющий своей целью получить из нескольких материалов однородную смесь, обладающую новыми свойствами по сравнению с исходными свойствами компонентов.

Из всех видов смешивания наиболее распространено механическое, осуществляемое в смесителях гравитационного и принудительного действия.

Смесители принудительного действия являются наиболее перспективными машинами, т. к. позволяют получать смеси любой консистенции за короткое время.

Теоретическая часть

Определение потребляемой мощности. В общем случае момент M , Н·м, необходимый для вращения лопасти, определяется как

$$M = \int_{r_B}^{r_H} k \cdot r \cdot b \cdot d \cdot r = k \cdot b \frac{(r_H^2 - r_B^2)}{2}, \quad (5.1)$$

где k – коэффициент сопротивления движению лопасти;

b – проекция ширины лопасти на плоскость, перпендикулярную направлению движения, м;

r_H, r_B – радиусы наружной и внутренней кромок лопасти, м.

Для смесителей с горизонтальными валами, имеющих лопасти одинакового размера, мощность двигателя N , кВт, определяется по следующим формулам:

$$N = \frac{M \cdot \omega \cdot z \cdot \varphi}{1000 \cdot \eta}; \quad (5.2)$$

$$N = \frac{\omega \cdot k \cdot b \cdot (r_H^2 - r_B^2) \cdot z \cdot \varphi}{2000 \cdot \eta}, \quad (5.3)$$

где ω – угловая скорость вала, рад/с;

z – число лопастей;

η – КПД привода;

φ – коэффициент, учитывающий степень погружения лопастей в смеси (для лотковых смесителей его можно принять равным 0,5).

Для определения мощности N , кВт, привода роторного смесителя можно пользоваться формулой К. М. Королева

$$N = \frac{k \cdot \omega \cdot \sum F_i \cdot R_i}{\eta}, \quad (5.4)$$

где k – коэффициент сопротивления (таблица 5.1), МПа;

ω – угловая скорость ротора, рад/с;

F_i – активная площадь i -й лопасти, м²;

R_i – средний радиус движения i -й лопасти, м;

η – КПД привода.

Таблица 5.1 – Формулы расчета коэффициента сопротивления бетонной смеси

Вид бетонной смеси	Осадка конуса, 10^{-2} м	Жесткость	Зависимость коэффициента k , кПа, от средней линейной скорости лопастей v_{cp} , м/с
Жесткая	0	12...18	$k = 28,5 + 4,88 \cdot v_{cp}^2 + 1,21 \cdot v_{cp}$
Малоподвижная	0...2	4...12	$k = 25,7 + 4,88 \cdot v_{cp}^2 - 1,51 \cdot v_{cp}$
Подвижная	4...6	–	$k = 20,9 + 4,88 \cdot v_{cp}^2 - 7,24 \cdot v_{cp}$
Весьма подвижная	10...12	–	$k = 20,5 + 4,88 \cdot v_{cp}^2 - 11,79 \cdot v_{cp}$
Литая	>15	–	$k = 20,1 + 4,88 \cdot v_{cp}^2 - 14,02 \cdot v_{cp}$

Определение качества смешивания. Степень смешивания является своего рода показателем эффективности смешивания и может быть использована для оценки интенсивности перемешивания.

Для расчета степени смешивания через однородность смеси пробы после взятия рассеиваются и определяется процентное соотношение компонентов.

Определение производительности. Производительность смесителей циклического действия Π , м³/ч, вычисляется по формуле

$$\Pi = \frac{V_3 \cdot z}{1000}, \quad (5.5)$$

где V_3 – емкость смесителя (по выходу готовой смеси), 10^{-3} м;

z – число циклов в час, $z = 3600/T$.

Время одного цикла

$$T = t_1 + t_2 + t_3, \quad (5.6)$$

где t_1 – время загрузки, с;

t_2 – время смешивания, с;

t_3 – время выгрузки, с.

Порядок выполнения работы

Работа выполняется параллельно на двух смесителях звеньями по 3–4 человека в каждом.

Смеситель с горизонтальным валом. По формулам (5.2)–(5.4) следует аналитически определить потребляемую мощность, производя необходимые замеры конструктивных параметров, и построить график зависимости потребляемой мощности от угла установки лопастей.

Смеситель с вертикальным валом. Изучить конструкцию смесителя. Для различных смесителем с вертикальными приводными валами методом взятия проб по формуле (5.6) построить графики зависимости однородности смеси от времени смешивания $I = f(t)$.

Для различных типов смесителей, используя формулу (5.5), экспериментально определить производительность P .

Контрольные вопросы

- 1 Назначение и область применения смесителей.
- 2 Основные параметры смесителей.
- 3 Как определить потребляемую мощность смесителя?
- 4 Как определить однородность смешивания?
- 5 Как влияет время смешивания на однородность смеси?

6 Лабораторная работа № 6. Изучение конструкции, принципа действия и определение основных параметров шнекового питателя

Цель работы: изучение конструктивных особенностей и принципа действия шнекового питателя; ознакомление с методикой расчета производительности и потребляемой мощности шнекового питателя.

Оборудование, приборы и инструменты: шнековый питатель с переменным углом установки; секундомер; линейка измерительная, 1000 мм.

Теоретическая часть

Конструктивные особенности и принцип действия шнекового питателя. Шнековые винтовые питатели нашли широкое применение в установках, выполняющих функции транспортирования в сочетании с технологическими операциями. В зависимости от угла наклона β оси к горизонту шнеки подразделяют на горизонтальные ($\beta = 0^\circ$), пологонаклонные ($0^\circ < \beta < 30^\circ$), крутонаклонные ($30^\circ < \beta < 60^\circ$), вертикальные ($60^\circ < \beta < 90^\circ$).

В корпусе питателя укреплены подшипники, на которые опирается вал шнека. Материал, поступающий через загрузочный патрубок в корпус, перемещается в нем при помощи шнека, вращающегося подобно гайке винта, удерживаемого от проворачивания силами трения.

Сила трения материала о внутреннюю поверхность корпуса питателя возникает в результате действия инерционных сил, вызванных вращением шнека, и массы транспортируемого материала. Благодаря разности скоростей этих сил материал перемещается вдоль корпуса питателя.

Основные расчетные формулы. Характерная особенность горизонтальных и пологонаклонных винтовых транспортеров состоит в том, что угол поворота свободной поверхности слоя перемещаемого материала не превышает угла естественного откоса материала в движении:

$$Y_1 \leq Y \approx 0,7Y_0, \quad (6.1)$$

где Y_1 – угол поворота свободной поверхности слоя материала, град;
 Y – угол естественного откоса материала в движении, град;
 Y_0 – угол естественного откоса материала в покое (таблица 6.1).

Таблица 6.1 – Углы естественного откоса для различных материалов

Материал	Угол естественного откоса, град	Угол внутреннего трения, град	Коэффициент трения материала о корпус питателя	Насыпная плотность материала, т/м ³
Песок	30...35	32	0,4	1,65
Гравий	40...45	40...45	0,8...1,0	1,5...1,9
Щебень	40...45	40...45	0,63	1,8...2,0
Гипс	30...35	40...45	0,65	1,4
Известь	45...50	45...50	0,65	1,7...1,8
Цемент	30...40	30...40	0,65	1,3...1,6
Земля	30...40	35...40	0,9...1,0	1,2...1,4
Глина	40...45	40...45	0,7...0,9	1,0...1,5

Учитывая это положение, производительность шнекового питателя определяется по формуле

$$Q = 3600 \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} v_T \cdot \gamma \cdot c \cdot \psi, \quad (6.2)$$

где D – наружный диаметр шнека, м;

d – диаметр вала шнека, м;

v_T – теоретическая скорость транспортирования материала вдоль корпуса шнека, $v_T = S \cdot n$;

n – частота вращения шнека, с⁻¹;

γ – насыпная плотность материала (см. таблицу 6.1), т/м³;

c – коэффициент, учитывающий проскальзывание материала относительно шнека;

ψ – коэффициент заполнения корпуса питателя материалом, $\psi = 0,2...0,4$.

Сила тяжести материала, находящегося в корпусе шнека, вычисляется по формуле

$$G = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \gamma \cdot \psi \cdot L \cdot g, \quad (6.3)$$

где L – путь транспортирования материала, м;

g – ускорение силы трения, м/с².

Нормальная и осевая составляющая силы тяжести материала находятся по формулам

$$R = G \cdot \cos \beta; \quad P = G \cdot \sin \beta, \quad (6.4)$$

где β – угол установки питателя к горизонту, град.

Сила трения материала о корпус шнека рассчитывается по формуле

$$T = R \cdot f. \quad (6.5)$$

Продольные силы, действующие на шнек, определяются следующим образом:

$$P + T = \frac{\pi(D^2 - d^2) \cdot \gamma \cdot (H + L + \cos \beta \cdot f) \cdot g}{4}, \quad (6.6)$$

где H – высота подъема материала, м;

f – коэффициент трения материала о корпус питателя.

Мощность привода шнекового питателя рассчитывается по формуле

$$N = \frac{k \cdot (P + T) \cdot D_0 \cdot n \cdot \operatorname{tg}(\alpha_0 + \delta)}{2 \cdot 1000 \cdot r_{\text{ПП}}}, \quad (6.7)$$

где k – коэффициент, учитывающий сопротивление при движении материала внутри корпуса, $k = 3, 5 \dots 4$;

D_0 – средний диаметр шнека, м; $D_0 = 2/3 D$;

α_0 – угол подъема винтовой линии шнека на диаметр, град.

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{S}{\pi \cdot D_0} = \frac{3 \cdot S}{2 \cdot \pi \cdot D_0}, \quad (6.8)$$

где S – шаг шнека, м;

δ – угол трения материала о шнек, град;

$r_{\text{ПП}}$ – КПД привода шнекового питателя, $r_{\text{ПП}} = 0,6 \dots 0,85$.

Порядок выполнения работы

Изучить устройство питателя; начертить его кинематическую схему; определить коэффициент проскальзывания материала относительно шнека в зависимости от угла установки питателя; вычислить экспериментально производительность при соответствующем угле β (при $\beta = 0$; $C = 1$).

$$C = \frac{Q_i}{Q_0}, \quad (6.9)$$

где Q_i – производительность при конкретном угле β , т/ч;

Q_0 – производительность при угле $\beta = 0^\circ$, т/ч.

Рассчитать производительность питателя при соответствующих углах β , равных 10° , 20° , 30° , 40° и 50° , и построить график зависимости $Q = f(\beta)$; найти потребную мощность привода для заданного угла установки шнекового питателя; результаты измерений и расчетов занести в таблицу 6.2.

Таблица 6.2 – Результаты замеров испытаний

β , град	L , м	D , м	d , м	S , м	n , с ⁻¹	C	Q , т/м	N , кВт
10								
20								
30								
40								
50								

Контрольные вопросы

- 1 Назначение и область применения шнековых питателей.
- 2 Основные параметры шнековых питателей.
- 3 Как определить мощность на привод шнекового питателя?
- 4 Как влияет угол установки шнека на производительность шнекового питателя?

7 Лабораторная работа № 7. Изучение общего устройства и технологического процесса работы асфальтосмесительных установок

Цель работы: изучение устройства асфальтосмесительных установок непрерывного и периодического действия, взаимного расположения основного и транспортного оборудования, технологического процесса приготовления асфальтобетонной смеси в асфальтосмесительных установках непрерывного и периодического действия.

Теоретическая часть

Типы асфальтосмесительных установок. Технологическая схема работы асфальтосмесительной установки. Асфальтосмесительные установки отечественного производства отличаются друг от друга по принципиальной технологической схеме работы, принципу агрегатирования и комплектования, конструктивному исполнению, производительности и могут быть классифицированы следующим образом.

По мобильности различают три типа установок: передвижные, полустационарные и стационарные.

Передвижные установки используются при строительстве и ремонте дорог, удалённых от крупных населённых пунктов, где имеются постоянно действующие асфальтобетонные заводы (АБЗ), и могут перебазироваться в течение строительного сезона на различные объекты. Такие установки малой производительности могут монтироваться на специальном шасси с компактным расположением агрегатов. Установки средней и большой производительности (25 т/ч и более) комплектуются в виде отдельных передвижных блоков-модулей, предназначенных для выполнения определённых технологических операций.

Полустационарные установки используются для оборудования постоянно действующих или редко перебазировуемых АБЗ. Агрегаты этих установок не оборудуются собственным шасси, а в виде крупных блоков-модулей транспортируются на трейлерах к месту монтажа.

Стационарные асфальтосмесительные установки используются для строительства постоянно действующих АБЗ в виде специальных блоков с автоматическим управлением, размещаемых в секциях капитальных зданий, т. е. в цехах, и образующих единый технологический комплекс завода. По конструктивному исполнению, в зависимости от характера размещения агрегатов, различают три типа модификации установок: башенные, полубашенные и партерные. В состав установки каждой модификации включаются агрегаты питания, битумоплавильные, сушильные и сортировочные агрегаты, дозаторы минеральных материалов и вяжущего, расходные ёмкости для минерального порошка, смесительные агрегаты, накопительные бункеры и другое оборудование. Органы дистанционного контроля и управление всеми агрегатами располагаются в кабине оператора.

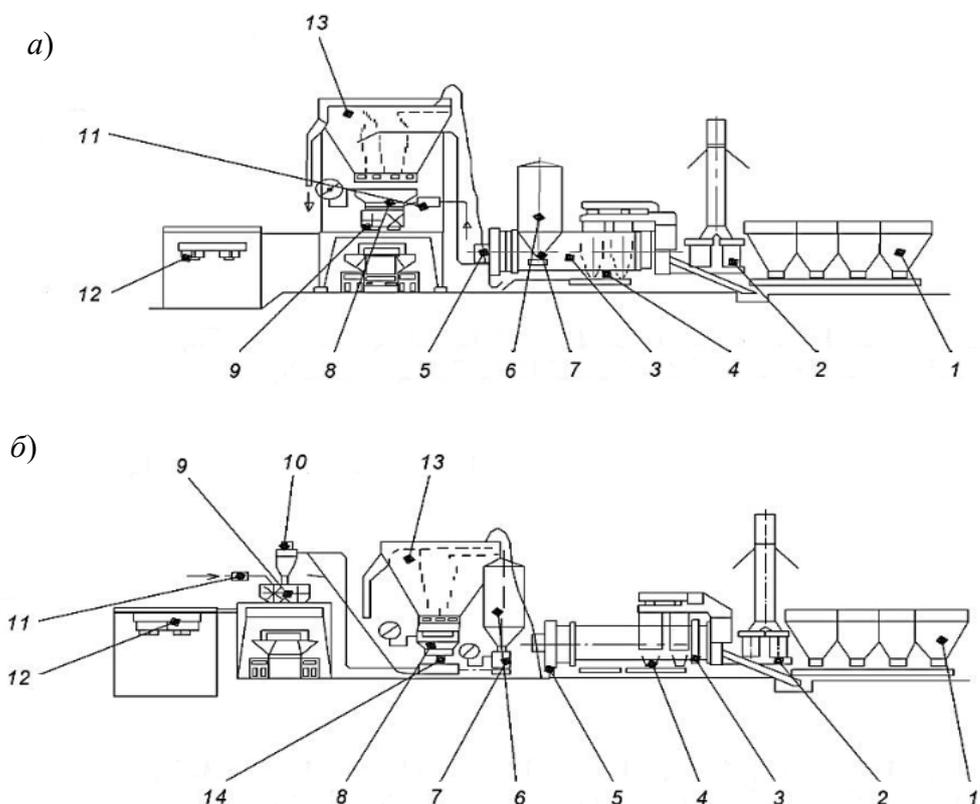
При компоновке оборудования смесительной установки башенного типа все основные агрегаты располагаются один под другим по вертикали. Для установок такого типа требуется лишь однократный подъём смешиваемых материалов, а далее под действием сил тяжести они самотёком поступают последовательно в нижерасположенные агрегаты, где выполняются соответствующие технологические операции. Преимуществами таких установок являются: незначительные потери тепла нагретыми материалами, компактность и малое количество занимаемой площади. Однако эти установки должны иметь мощные несущие металлоконструкции и фундаменты, а также трудоёмок их монтаж, в связи с чем такие установки не нашли широкого применения.

В смесительных установках полубашенного типа (рисунок 7.1, *а*) агрегат питания, сушильный барабан, накопительный бункер и транспортирующие устройства имеют партерное (наземное) расположение, а дозирующее смесительное оборудование размещено по вертикали. Такие установки менее трудоёмки при монтаже, но занимают большую площадь.

Асфальтосмесительные установки партерного типа (рисунок 7.1, *б*) имеют наземное расположение всех основных узлов и агрегатов. Движение смешиваемых материалов от агрегата к агрегату осуществляется по горизонтали с многократным их подъёмом.

В связи с этим увеличиваются количество транспортирующих подъёмных механизмов, затраты энергии на многократный подъём и транспортировку

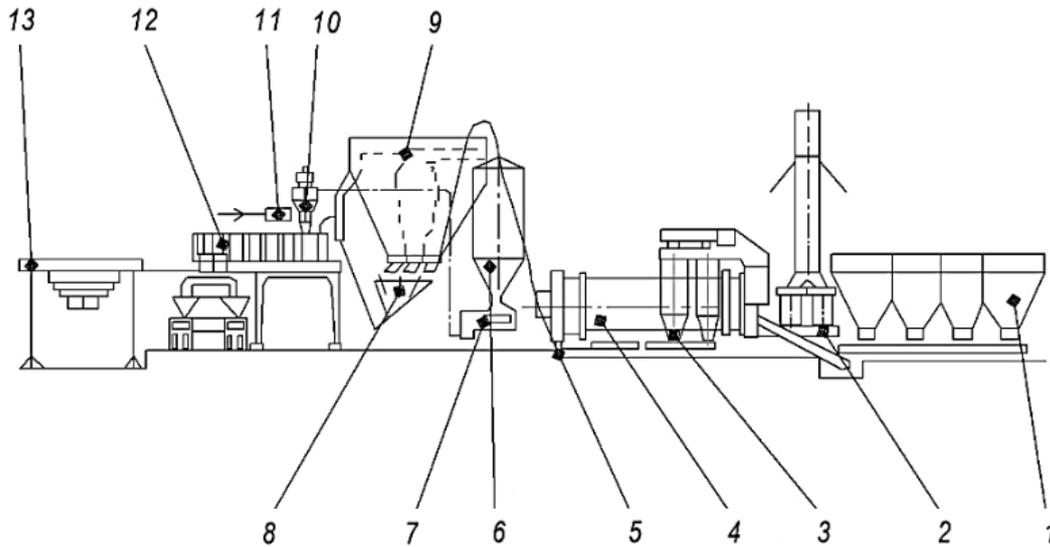
материалов и потери тепла нагретыми материалами. Такие установки занимают большие площади. Однако наземное расположение всех агрегатов облегчает их монтаж, улучшает условия ремонта и эксплуатации, позволяет оснастить их механизмами самомонтажа и ходовым оборудованием.



a – с полузащитной компоновкой агрегатов; *б* – с партерной компоновкой агрегатов; 1 – агрегат питания; 2 – пылеулавливающее устройство; 3 – сушильный агрегат; 4 – шнек для отвода пыли; 5 – горячий элеватор; 6 – бункер минерального порошка; 7 – пневмодозатор минерального порошка; 8 – весовой дозатор минеральных материалов; 9 – смесительный агрегат; 10 – осадительная камера для подачи минерального порошка в смеситель; 11 – дозатор битума; 12 – накопительный бункер; 13 – сортировочный агрегат; 14 – скиповый подъёмник

Рисунок 7.1 – Схемы асфальтосмесительных установок периодического действия

По способу смешивания различают асфальтосмесительные установки периодического (см. рисунок 7.1) и непрерывного действия (рисунок 7.2). В установках периодического действия основные операции – дозирование компонентов, смешивание и выгрузка готовой смеси – осуществляются порционно с использованием дозаторов и смесителей периодического (циклического) действия. Порционность дозирования компонентов смеси является достоинством этих установок, т. к. позволяет получать смеси различных составов без особых перенастроек дозирующего оборудования. Использование смесителей периодического действия позволяет также регулировать продолжительность процесса смешивания в зависимости от вида приготавливаемых смесей.



1 – агрегат питания; 2 – пылеулавливающее устройство; 3 – шнек для отвода пыли; 4 – сушильный агрегат; 5 – горячий элеватор; 6 – бункер минерального порошка; 7 – пневмодозатор минерального порошка; 8 – весовой дозатор непрерывного действия для минеральных материалов; 9 – сортировочный агрегат; 10 – осадительная камера; 11 – дозатор непрерывного действия для битума; 12 – смеситель непрерывного действия; 13 – накопительный бункер

Рисунок 7.2 – Схема асфальтосмесительной установки непрерывного действия

В установках непрерывного действия (см. рисунок 7.2) все технологические операции (кроме, возможно, выдачи готовой смеси из накопительного бункера) выполняются одновременно и непрерывно. Эти установки комплектуются из тех же унифицированных агрегатов, что и установки периодического действия, по партерной схеме, но в отличие от последних в этих установках используются дозаторы материалов и смесители непрерывного действия.

Основными преимуществами установок непрерывного действия перед установками периодического действия являются их большая производительность и меньшая энергоёмкость смешивания. Наиболее целесообразно применение этих установок при значительных объёмах дорожно-строительных работ, т. е. при массовом производстве асфальтобетонных смесей постоянного состава.

По производительности, как главному параметру асфальтосмесительные установки делятся на четыре группы: малой производительности – до 12...15 т/ч; средней – до 25...50 т/ч; большой – до 100 т/ч; сверхмощные – более 100 т/ч.

Современные асфальтосмесительные установки представляют собой технологический комплекс оборудования, предназначенный для выполнения последовательного ряда операций по подготовке компонентов смеси, их смешиванию и выдаче готовой смеси потребителю.

На рисунке 7.3 представлена принципиальная технологическая схема современной асфальтосмесительной установки.

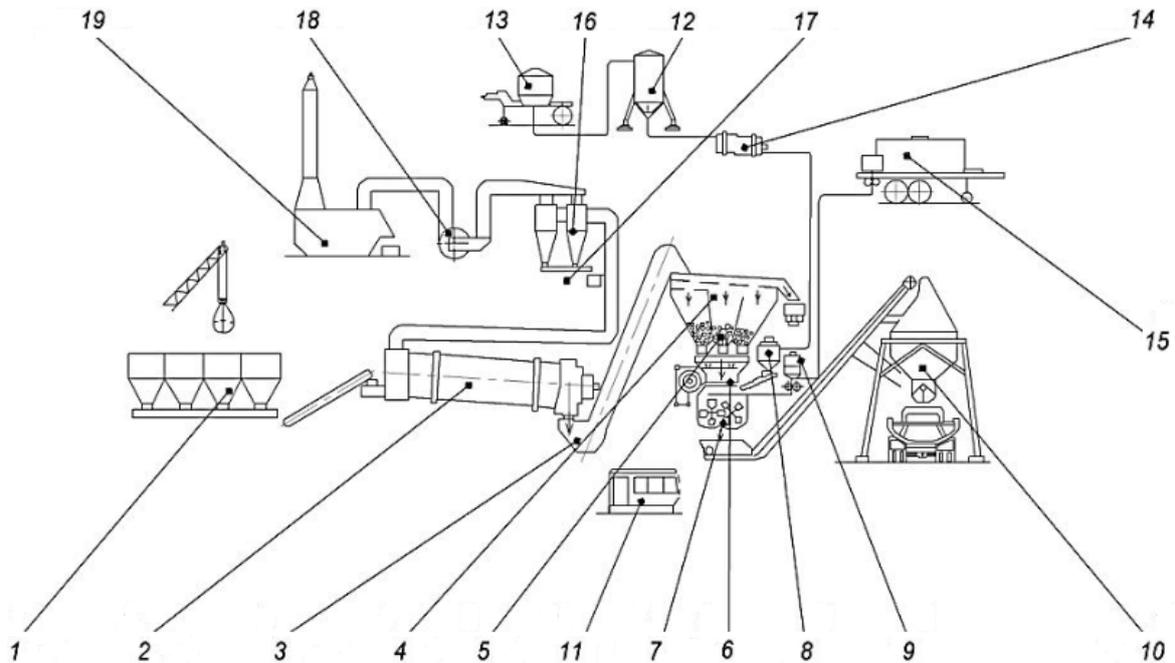


Рисунок 7.3 – Технологическая схема асфальтосмесительной установки

Со склада АБЗ минеральные материалы подаются в агрегат питания *1*. Каждый расходный бункер агрегата питания имеет дозатор для приближённого объёмного дозирования компонентов смеси – фракционированного щебня и песка. Непрерывно дозируемые материалы поступают с помощью ленточного транспортёра в сушильный агрегат *2*, где материалы высушиваются и нагреваются до рабочей температуры. Температура нагрева устанавливается с учетом последующих потерь и постоянно контролируется автоматическими приборами. Горячим элеватором *3* компоненты смеси подаются в сортировочный агрегат *4* для более тщательного фракционирования по отсекам горячих бункеров *5* и последующего весового дозирования в дозаторе *6*. В установках периодического действия дозирование ведётся порционно на каждый последующий замес. Дозированный материал одного замеса из весового бункера дозатора подаётся в смеситель *7*. Для избежания потерь тепла и пыления весовой бункер и смеситель закрыты кожухами. Порция минерального порошка подаётся в смеситель из бункера *8* специальным дозатором. Битум вводится в смеситель под давлением насосно-дозировочным устройством *9*. Здесь же имеется аналогичное устройство для дозирования и подачи поверхностно-активных добавок.

Готовая порция смеси выгружается из смесителя либо в ковш скипового подъёмника накопительного (подогреваемого) бункера *10*, либо в кузов автосамосвала. Наличие накопительного бункера позволяет исключить простои смесительного агрегата в случае задержки транспорта и до минимума сократить продолжительность загрузки.

За автоматической работой всех агрегатов ведётся контроль с пульта управления кабины оператора *11*, где также имеется дублирующая система дистанционного ручного управления.

Дозатор минерального порошка с помощью пневмотранспорта загружается из расходной ёмкости 12. Последняя по мере опорожнения заполняется из цистерны цементовоза 13. Установка может иметь дополнительный агрегат 14 для беспламенной сушки и нагрева минерального порошка.

Битумная система питается от обогреваемой цистерны 15, которая имеет насосно-перекачивающее устройство. Вместо цистерн могут применяться битумоплавильни, оборудованные битумными насосами.

Отработанные газы из сушильного барабана поступают в систему пылеулавливания. Установка 16 сухого многоступенчатого улавливания пыли, содержащейся в дымовых газах, предусматривает утилизацию лишь крупных частиц пыли. Утилизованная пыль поступает в накопительный силос 17, откуда может быть подана в бункер 8 минерального порошка или в специальный дозатор. Очищенные в мультициклонах газы дымососом 18 подаются в агрегат мокрого пылеулавливания 19, который позволяет очищать дымовые газы от пыли и твердых продуктов сгорания топлива на 95 %...99 %.

Технологические схемы современных отечественных асфальтосмесительных установок любой модификации основываются на полной механизации всех технологических операций и автоматическом управлении рабочим процессом и всеми агрегатами. При разработке технологических схем большое значение должно уделяться соответствию основных параметров агрегатов: производительности, температурному режиму, срокам службы и др. Такое соответствие устанавливается на основе единой научно обоснованной циклограммы работ асфальтобетонных установок каждой модификации. При этом циклограмма работы установок учитывает номинальную загруженность агрегатов, которые, однако, должны иметь запас производительности на 25 %...37 %, что гарантирует возможность приготовления смесей различных составов.

Порядок выполнения работы

1 Изучить устройство асфальтосмесительной установки и технологический процесс приготовления смеси.

2 Определить основные параметры и режимы работы асфальтосмесительной установки.

3 Составить количественно-качественную схему процесса приготовления смеси.

4 Описать устройство и принцип действия основных агрегатов установки: дозаторов, питателей, сушильного барабана, грохота, смесителей.

Содержание отчета

В отчете должны быть представлены: технологическая схема асфальтосмесительной установки, описание ее устройств и принципы действия ее основных узлов и агрегатов, а также отражены вопросы эксплуатации.

Контрольные вопросы

- 1 Перечислите основные компоненты, которые входят в состав асфальтобетонной смеси.
- 2 Обоснуйте назначение и особенности работы основных узлов и агрегатов асфальтосмесительной установки.
- 3 Выберите наиболее энергоемкие агрегаты, входящие в состав асфальтосмесительной установки.
- 4 Перечислите факторы, которые в наибольшей степени влияют на качество асфальтобетонной смеси.

Список литературы

- 1 Дорожные машины и комплексы / Под общ. ред. В. И. Баловнева. – 2-е изд. – М. ; Омск : СибАДИ, 2001. – 528 с. : ил.
- 2 Дорожно-строительные машины и комплексы : учебник / В. И. Баловнев, А. Б. Ермилов, А. Н. Новиков [и др.]. – М. : Машиностроение, 1988. – 384 с.: ил.
- 3 **Щемелев, А. М.** Строительные машины и средства малой механизации : учеб. пособие / А. М. Щемелев, С. Б. Партнов, Л. И. Белоусов. – Минск : Дизайн ПРО, 2002. – 274 с. : ил.
- 4 **Добронравов, С. С.** Строительные машины и основы автоматизации : учебник / С. С. Добронравов, В. Г. Дронов. – М. : Высш. шк., 2001. – 575 с. : ил.
- 5 **Белецкий, Б. Ф.** Строительные машины и оборудование : справ. пособие / Б. Ф. Белецкий. – Ростов н/Д : Феникс, 2002. – 592 с. : ил.
- 6 Машины для коммунального хозяйства : учеб. пособие / Под ред. А. М. Щемелева. – Минск : Технопринт, 2003. – 400 с. : ил.
- 7 Дорожно-строительные машины : учебник / А. В. Вавилов, И. И. Леонович, А. Н. Максименко [и др.]. – Минск : Технопринт, 2000. – 460 с. : ил.
- 8 **Артемьев, К. А.** Машины для устройства дорожных покрытий / К. А. Артемьев, Т. В. Алексеев. – М. : Машиностроение, 1982. – 394 с. : ил.
- 9 **Бауман, В. Л.** Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций / В. Л. Бауман, Б. В. Клушанцев, В. Д. Мартынов. – М. : Машиностроение, 1981. – 324 с. : ил.
- 10 Справочник конструктора дорожных машин / Под ред. И. И. Бородачева. – М. : Машиностроение, 1973 – 503 с. : ил.