

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ СТРОЙИНДУСТРИИ

Учебное пособие

Допущено УМО вузов РФ по образованию в области строительных, дорожных и подъемных транспортных машин в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров 270800 «Строительство», профили подготовки бакалавров «Промышленное и гражданское строительство», магистров «Теория и практика организационно-технологических и экономических решений» и «Строительные материалы, конструкции и изделия»



Владимир 2015

УДК 69.002.5

ББК 38.6

С86

Авторы:

Б. Г. Ким, Н. Н. Тур, В. А. Пенчук, О. А. Бардышев, Т. В. Луцко,
Т. Ю. Сапоровская, К. А. Дубов, В. В. Федоров, С. Ю. Киселева,
С. В. Прохоров

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор
Московского государственного строительного университета
Ю. И. Густов

Кандидат технических наук, доцент
зав. кафедрой автомобильных дорог
Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
Э. Ф. Семехин

Печатается по решению редакционно-издательского совета ВлГУ

Строительные машины и оборудование стройиндустрии :
С86 учеб. пособие / Б. Г. Ким [и др.] ; Владим. гос. ун-т им. А. Г.
и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2015. – 279 с.
ISBN 978-5-9984-0601-0

Содержит основные сведения по устройству и работе строительных машин и оборудования, используемых на предприятиях промышленности строительных материалов для добычи и переработки сырья, а также для производства железобетонных силикатных изделий, теплоизоляционных и гипсовых материалов. Даны рекомендации по выбору машин с учетом условий их работы.

Предназначено для студентов очного, заочного и дистанционного обучения по направлению подготовки бакалавров и магистров 270800 «Строительство», профили подготовки бакалавров «Промышленное и гражданское строительство», магистров «Теория и практика организационно-технологических и экономических решений» и «Строительные материалы, конструкции и изделия».

Рекомендовано для формирования профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС 3-го поколения.

Табл. 5. Ил. 95. Библиогр.: 40 назв.

УДК 69.002.5

ББК 38.6

ISBN 978-5-9984-0601-0

© ВлГУ, 2015

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Изделие – единица продукции, выпускаемая предприятием для дальнейшего потребления (винт, двигатель, экскаватор...).

Деталь – изделие, выполненное, как правило, из однородного материала без применения сборочных операций (гайка, крюк, вал, корпус редуктора и т. п.).

Сборочная единица – изделие из деталей, соединенных сборочными операциями (свинчиванием, сваркой, склеиванием и т. п.).

Узел – несколько собранных вместе деталей, образующих отдельную функциональную единицу в составе более сложного технического устройства (подшипниковый узел...).

Механизм – совокупность взаимосвязанных подвижных и неподвижных деталей, предназначенных для изменения начального движения с целью выполнения какой-либо из производственных функций машины.

Машина – устройство, предназначенное для выполнения полезной работы при передаче, переработке, получении энергии, материалов, информации и обеспечивающее частичное или полное высвобождение «живого» труда. Типы машин: машины-двигатели, машины-преобразователи, машины-орудия (рабочие машины). Машины-двигатели преобразуют какой-либо вид энергии в механическую работу (например, вращение вала двигателя). Машины-преобразователи, наоборот, механическую работу превращают в энергию (электрическую...). Рабочие машины предназначены для выполнения производственной функции (перемещение грузов, копание грунта и т. п.).

Надежность – комплексное свойство объекта (машины, узла, детали) выполнять в соответствии с его назначением производственные функции в заданных условиях эксплуатации. Надежность характеризуется показателями надежности, количественно оценивающими какие-либо конкретные свойства технического состояния машины.

Срок службы машин – календарное время использования машин по их производственному назначению. Нормативный срок службы – календарная продолжительность эксплуатации машин, за которую она полностью окупается, а техническое состояние ее узлов и агрегатов делает невыгодным ее дальнейшее использование вследствие резкого увеличения расходов на обеспечение их исправности и работоспособности.

Исправность – состояние машины, отвечающее всем требованиям нормативной документации по ее эксплуатации.

Ресурс – наработка объекта до наступления предельного состояния, после чего следует отказ техники (либо его вероятность резко возрастает).

Рабочая нагрузка – сила или момент, воспринимаемые элементами машины. Статическая нагрузка – воздействие на элемент машины, значение и место приложения которого неизменно или медленно меняющееся. Динамическая нагрузка – воздействие с резко выраженным характером изменения его значения и (или) места приложения.

Износ – физическое или моральное устаревание машины. Физический износ связан с потерей первоначальных размеров, других характеристик при механическом изнашивании в процессе эксплуатации. Моральный износ отражает отставание возможностей машины от требований времени. При оценке объектов недвижимости (например, сооружений и оборудования предприятий стройиндустрии) может учитываться внешний (экономический) износ, связанный с негативными изменениями внешней среды, в том числе и от ухудшения экономических условий в районе местоположения объекта.

Неисправность – состояние машины, при котором невозможно полное безопасное выполнение всех нормативных требований.

Отказ – событие, заключающееся в переходе исправного состояния объекта в неисправное. Постепенный отказ связан с явлениями износа деталей машины, внезапный отказ означает резкий, скачкообразный переход из исправного состояния в неисправное.

Работоспособность – состояние машины, обеспечивающее выполнение производственных функций в соответствии с нормативными требованиями. В механике работоспособность деталей оценивается такими критериями, как прочность, износостойкость, жесткость и т. п.

Ремонтопригодность – приспособленность конструкции частей машины к восстановлению исправности деталей и узлов путем ремонта, а также замены на новые (отремонтированные).

Долговечность – свойство машины выполнять в течение длительного времени при соблюдении требований эксплуатации и надлежащем ремонтно-профилактическом обслуживании производственные функции. Она связана со сроком службы техники.

Маневренность – способность машины работать и перемещаться в стесненных условиях. Основным показателем – радиус поворота машины.

Мобильность – способность машины перемещаться с высокой транспортной скоростью. Основным показателем – транспортная скорость.

Проходимость – способность машины перемещаться по слабым грунтам и снежному покрову, преодолевать неровности местности, небольшие водные преграды (лужи). Проходимость связана с удельным давлением на грунт, величиной дорожного просвета (от нижней точки подвесной конструкции машины до опорной поверхности), базовыми размерами ходовой части.

Устойчивость – свойство машины сопротивляться действию опрокидывающих ее сил. Устойчивость машины связана с положением центра тяжести (чем он ниже, тем машина устойчивее).

Парк машин – совокупность машин отдельной организации либо группа машин, концентрирующаяся на определенной территории.

Производственная эксплуатация машин – использование техники по назначению для выполнения работ производственного цикла.

Наработка – объем продукции или продолжительность работы машины.

Техническая эксплуатация – комплекс мероприятий по ремонту, техническому обслуживанию, диагностированию, транспортировке, консервации и хранению машин.

Механизация производственных процессов – применение машин для выполнения технологических операций.

Частичная механизация – выполнение с помощью машин отдельных операций производственного цикла.

Комплексная механизация – выполнение с помощью машин большинства технологических операций.

Автомат – техническое устройство, выполняющее производственную функцию по заранее заданной программе.

Автоматизация – высшая форма механизации, предусматривающая полную передачу производственных функций машинам. Роль человека сводится к периодическому контролю работы машин. При автоматическом выполнении более половины операций технологические процессы считаются автоматизированными, а при автоматизации более 98 % операций – автоматическими.

Управление – процесс формирования и реализации воздействий, призванных обеспечить достижение управляемой системой желаемого результата.

Система автоматического управления – выполнение управленческих воздействий специально предназначенными для этого средствами на объект управления без непосредственного участия человека.

Автоматизированные системы управления (АСУ) – человеко-машинные системы, призванные обеспечить получение оптимизированных решений при управлении технологическими и производственными процессами. АСУ предусматривают широкое применение компьютерных средств и программ, в том числе создание современных информационных систем, банков данных.

Манипулятор – машина, частично подменяющая человеческую руку (выполняющая функции руки).

Робот – машина с антропоморфным (человекоподобным) действием.

Роботизация – применение роботов в технологических процессах.

ВВЕДЕНИЕ

Строительная отрасль является одной из ведущих в народном хозяйстве страны. В настоящее время в строительстве применяются сотни тысяч отечественных и зарубежных машин различного назначения. Основная задача данного пособия – ознакомление студентов с наиболее используемыми видами техники не только на стройплощадках, но и на предприятиях стройиндустрии.

Промышленность строительных материалов считается одной из важнейших отраслей строительного производства. Особенность этой отрасли в том, что ассортимент изделий включает тысячи наименований с частицами микронных размеров до крупноразмерных изделий для сборного строительства, объемных элементов для жилищного строительства и т. д.

Для получения материалов необходимо добыть, перемешать и переработать сотни миллионов тонн минерального сырья, материалов и топлива. Поэтому необходимо использование современных высокопроизводительных и экономичных машин и оборудования.

В промышленности строительных материалов важно использовать комплексную механизацию и автоматизацию процессов производства, повышая качество строительных материалов и изделий, снижая при этом их себестоимость.

В связи с вышеизложенным необходима подготовка квалифицированных специалистов, которые должны хорошо знать устройство и работу машин и механизмов.

Учебное пособие подготовлено в соответствии с требованиями ФГОС и содержит сведения, обеспечивающие получение соответствующих компетенций при подготовке бакалавров и магистров по направлению «Строительство». Может использоваться для подготовки специалистов строительного профиля.

Глава 1. ДЕТАЛИ МАШИН

Глава «Детали машин» в общих чертах знакомит читателя с элементами внутреннего устройства машин, встречающихся в оборудовании любого назначения.

1.1. Передачи (трансмиссия)

Передачи служат для переноса энергии и крутящего момента от вала двигателя к валу рабочего органа. Их необходимость продиктована следующими принципами:

- невозможностью прямого соединения валов двигателя рабочего органа;
- необходимостью от одного двигателя передать энергию к нескольким рабочим органам;
- потребностью в изменении ряда движения, угловых скоростей, направления вращения, отключении от двигателя рабочего органа, увеличении крутящего момента и т. п.

Среди механических передач наиболее широкое применение нашли зубчатые, ременные, червячные, цепные передачи.

Важнейшей характеристикой передач можно назвать передаточное отношение, отражающее величину изменения угловой скорости ведомого звена по отношению к ведущему. Оно может определяться как отношение числа зубьев ведомого колеса или диаметра шкива, катка к ведущему. Ведущее звено всегда расположено ближе к двигателю и передает вращение, крутящий момент ведомому.

Зубчатые передачи (рис. 1.1) обычно применяются для переноса крутящего момента между валами с параллельными и пересекающимися осями и состоят из цилиндрических и конических зубчатых колес. Малое колесо в передаче называется шестерней. Передача надежна, КПД одной пары колес достигает до 0,98. Они способны работать при окружных скоростях до 150 м/с, передаваемая мощность практически неограничена, передаточное отношение одной ступени до 6,3.

К недостаткам зубчатых передач относятся высокие требования к изготовлению и установке колес, высокий уровень шума при больших угловых скоростях, большая жесткость работы передачи, что не позволяет компенсировать динамические нагрузки.

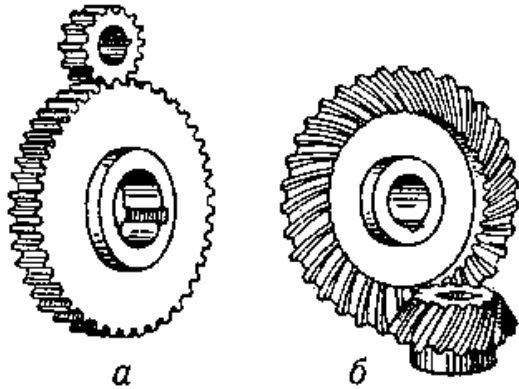


Рис. 1.1. Передачи: а – зубчатая цилиндрическая; б – зубчатая коническая

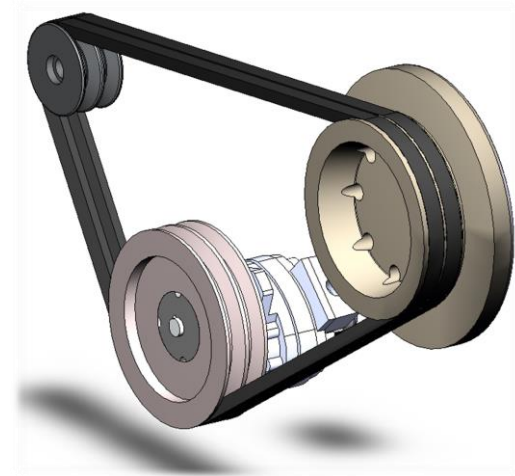


Рис. 1.2. Клиноременная передача

Ременная передача (рис. 1.2) применяется при соединении валов, отстоящих друг от друга на весьма значительном расстоянии. В зависимости от формы ремней передачи делят на плоскоремennую, клиноременную, круглоремennую. Применяют также зубчаторемennую, у которой на рабочей поверхности имеются зубья, что позволяет избежать проскальзывания ремней. У нее внутри массива ремня в качестве несущего элемента используются стальные тросы, а не высокопрочная ткань, как в остальных типах ремней. Материалами ремней может быть также кожа, резина, капрон, нейлон. Шкивы выполняются из чугуна, стали, алюминиевых сплавов, а также дерева, пластмасс. Их рабочие поверхности должны быть отполированы. Ремни должны быть всегда натянутыми, что обеспечивается различными типами натяжных устройств, большинство из которых работает в автоматическом режиме. Размеры и типы ремней выпускаются в соответствии с ГОСТами, диаметры и другие параметры шкивов также стандартизованы.

Наиболее распространенной является клиноременная передача, где ремни (сечение в форме трапеции) соединяют шкивы параллельных валов. Число ремней на одной такой передаче может достигать восьми. Поликлиновые ремни представляют собой как бы несколько соединенных боковыми поверхностями клиновых ремней. При этом все клиновые поверхности работают одинаково, в то время как отдельные клиновые ремни могут воспринимать различные нагрузки вследствие их разных геометрических размеров.

Ременная передача проста, но вследствие возможного проскальзывания ремней угловая скорость ведомого (дальнего от двигателя) вала непостоянна. Применяется для передачи мощностей до 50 кВт, передаточное отношение до 6 м/с (в поликлиновых до 12 м/с) при окружной скорости до 50 м/с.

Цепная передача (рис. 1.3) применяется, как и ременная, для соединения далеко расставленных друг от друга валов (до 8 м). У нее отсутствует вышеуказанный недостаток, однако она более дорогостоящая и недостаточно надежна при динамических нагрузках. Передача состоит из звездочек и огибающей их цепи. Передаваемые мощности до 120 кВт, передаточное отношение – до 8 м/с, окружные скорости – до 15 м/с.

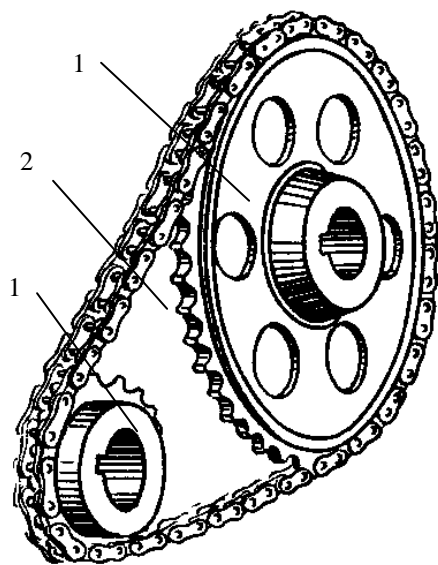


Рис. 1.3. Цепная передача:
1 – звездочки; 2 – цепь

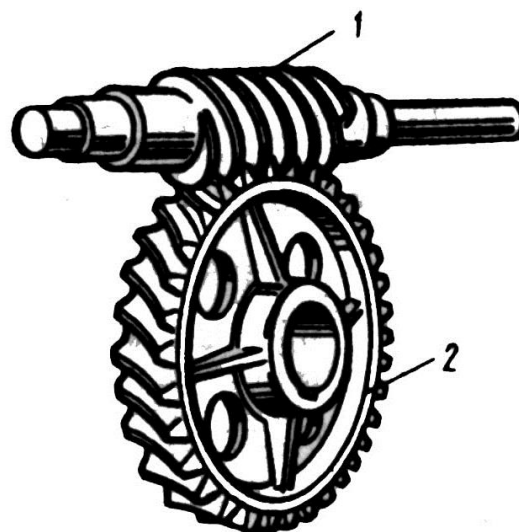


Рис. 1.4. Червячная передача: 1 – червяк; 2 – венец червячного колеса

Для передачи больших мощностей применяют многорядные (до четырех) цепи. По конструкции наибольшее применение нашли втулочные, роликовые и зубчатые цепи. Зубчатые цепи отличаются большей плавностью и малошумностью, что особенно важно при больших скоростях, но они более трудоемки и дороги.

Червячная передача (рис. 1.4) является промежуточной между винтовой и зубчатой. Ее работа отличается плавностью и малошумностью. Применяется для соединения валов с перекрещивающимися осями. Отличительная особенность передачи состоит в резкой разнице угловых скоростей ведущего звена (червяка-винта) и ведомого

(червячного колеса). Эта пропорция – передаточное отношение – может превышать 1:80 (в приборах до 1:1000). Недостатком считается низкий до 0,8 КПД. Это требует постоянной смазки передачи во избежание ее перегрева. Для уменьшения возникающих при работе сил трения венец червячного колеса изготавливают из бронзы. Тем не менее, червячное колесо склонно к повышенному изнашиванию и заеданию. Передаваемая мощность – до 60 кВт.

Некоторое распространение получила фрикционная передача (рис. 1.5), в которой крутящий момент передается между катками. Она предназначена для передачи крутящего момента между катками с параллельным, пересекающимся и перекрещивающимся расположением осей валов катков. Ее недостатками можно считать присутствие явления проскальзывания и необходимость создания большой силы прижатия катков. Для уменьшения проскальзывания рабочие поверхности стальных и чугунных катков тщательно обрабатывают. В мало-нагруженных передачах рабочие поверхности футеруют (покрывают) резиной и другими фрикционными материалами. Фрикционные передачи применяются для переноса мощностей до 20 кВт, при окружных скоростях до 25 м/с, передаточное отношение до 10. Фрикционная передача широко применяется в устройствах, обеспечивающих плавное изменение угловых скоростей ведомого вала (вариаторах).

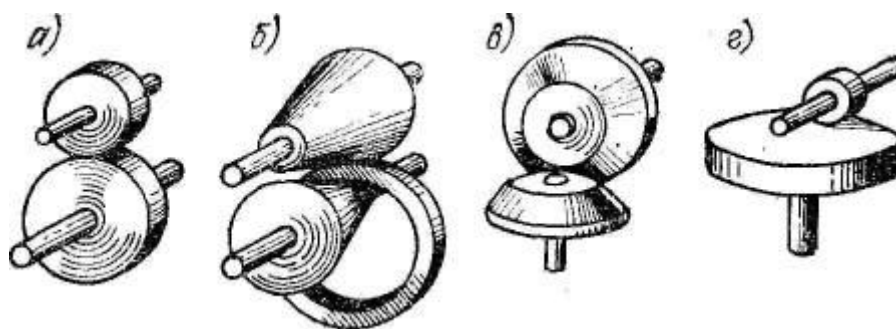


Рис. 1.5. Фрикционные передачи: а – с параллельными осями – с цилиндрическими катками; б – с коническими; в – с пересекающимися осями – с коническими катками; г – с цилиндрическими катками – лобовая передача

Передача, имеющая свой корпус, называется редуктором. В редукторе могут совмещаться несколько ступеней передач и разные типы передач (например, червячно-зубчатая). Каждая ступень, как правило, состоит из одной пары колес, шкивов, звездочек и передает крутящий момент от одного вала к другому. Общее передаточное отно-

шение в многоступенчатых передачах равно произведению частных. Передачи, у которых угловая скорость ведомого вала больше, чем ведущего, носят название мультипликатора.

В механических трансмиссиях широко применяются типовые устройства, такие как валы, оси, подшипники, муфты.

Валы и оси. Они предназначены для крепления на них вращающихся деталей передач, а также для поддержания других деталей. Валы используются для передачи крутящего момента и при работе всегда вращаются. Оси служат только для поддержания находящихся на них деталей и могут при работе не вращаться. Валы и оси могут быть постоянного и переменного сечения, ступенчатопеременные, сплошные и полые. Валы, кроме того, могут быть коленчатыми и гибкими. Места валов и осей, предназначенные для посадки подшипников, называются цапфами. Цапфы, расположенные по концам валов, называются шипами, в средней части – шейками, предназначенные для передачи осевых нагрузок – пятами.

Подшипники. Они служат опорами для валов и передают воспринимаемую нагрузку на раму. По виду трения их делят на подшипники скольжения и подшипники качения. Первые представляют собой разрезную или неразрезную втулку (иногда полувтулку). При работе поверхность вала скользит по сопрягаемой поверхности втулки. Слой смазки находящийся между ними, обеспечивает высокую степень скольжения, предупреждает износ трущихся поверхностей и нагрев деталей. Достоинствами этих подшипников является способность работать при ударных и вибрационных нагрузках, в агрессивной среде, при высоких скоростях. Они имеют малые размеры в радиальном направлении. К их недостаткам можно отнести необходимость систематического смазывания, относительно большие размеры в осевом направлении, применение дорогостоящих цветных металлов, износ материала вала и подшипника, более низкий, чем у подшипников качения КПД (0,95 – 0,99).

Подшипники качения по конструкции более сложны. Однако в настоящее время их массовое производство обеспечило низкую себестоимость и они являются наиболее применяющимися. Преимущества подшипников качения заключаются в следующем: они дешевы, КПД до 0,995, при пуске потребность в пусковом моменте меньше в 10 – 20 раз, чем при подшипниках скольжения, простота обслуживания

ния и замены, меньший расход масел, меньшие размеры в осевом направлении. По телам качения они бывают шариковые и роликовые, могут быть одно-, двух- и четырехрядными. По воспринимаемой нагрузке они классифицируются на радиальные (могут воспринимать также небольшую, до 25 % от радиальной, осевую нагрузку), упорные (воспринимают только осевую нагрузку – подпятники) и радиально-упорные. Они выпускаются также под разные по величине категории нагрузок. Их маркировка состоит из семи цифр, маркировка читается справа налево, причем, если последние цифры подряд состоят из нулей – они не изображаются. По маркировке можно узнать, для какого диаметра вала предназначен подшипник, его тип, серию по нагрузочной способности, ширине кольца, отличительные конструктивные особенности, если таковые имеются.

Муфты. Это устройства, служащие для соединения валов без изменения направления вращения. Они классифицируются на нерасцепляемые, управляемые, самодействующие и прочие. Нерасцепляемые муфты обеспечивают постоянное соединение валов. Многие из них работают при несоосности соединяемых валов. Простейшей муфтой является втулка, надеваемая на концы двух соединяемых валов – втулочная. Управляемые муфты позволяют соединять и рассоединять валы во время работы. Тем самым обеспечивается эффективный режим использования двигателя и рабочих органов. Широкое распространение получили кулачковые и фрикционные муфты. Самодействующие муфты предназначены для отключения ведомого вала при перегрузке (предохранительные муфты), превышении угловой скорости вала (центробежные муфты), вращении в противоположную сторону (обгонные муфты).

1.2. Соединения

Соединения предназначены для обеспечения определенного вида связи между деталями. По конструктивному признаку они подразделяются на разъемные и неразъемные. Первые позволяют рассоединять детали без их порчи. К таким относятся резьбовые, шпоночные, шлицевые. При рассоединении неразъемных соединений необходимо разрушить какой-либо элемент соединения. В число неразъемных входят сварные, заклепочные, паяные, клеевые соединения. Шлицевые и шпоночные соединения предназначены в первую очередь для

соединения валов с находящимися на них деталями вращения. Шлицы представляют собой канавки и выступы, нарезанные параллельно оси вала для закрепления детали на валу с помощью таких же шлицов, нарезанных в ее посадочном отверстии. Шпонки представляют собой прямоугольный или сегментного типа кусочек металла, вставляемый в соответствующие пазы на валу, и сидящей на нем детали. Деталь может быть укреплена на валу неподвижно или скользящей посадкой.

Резьбовые соединения собираются с помощью крепежных деталей или резьбы, выполненной на самих соединяемых деталях. Эти соединения получили наибольшее распространение благодаря следующим преимуществам: простота сборки и разборки, высокая надежность и несущая способность, дешевизна деталей и работы, доступность приобретения, вследствие массового, стандартного производства. Недостатками их являются возможность самоотвинчивания при вибрационных нагрузках, концентрация напряжений в резьбе. Основные крепежные детали – это винты, гайки, шпильки, шайбы, шплинты. Винт, работающий с гайкой, называется болтом. Болты стягивают соединяемые детали с помощью гайки. Винт вворачивается в тело дальней от головки винта детали. Шпилька представляет собою стержень, на обоих концах которого нарезана резьба. Один конец шпильки вворачивается в деталь, материал которой обычно недостаточно износоустойчив (чугун, алюминий, т. п.), а на другой навинчивается гайка, прижимая к первой детали другую. Шайбы предназначены для предотвращения самоотвинчивания соединения. Одни шайбы, выполненные в виде колец, стопорят соединение за счет большей площади контакта, другие – за счет пружинящих свойств, специальных стопорных выступов. Шплинты представляют собой изогнутый определенным образом кусок проволоки, вставляемый через прорезь специальной гайки в отверстие в болте, не давая соединению раскручиваться. С помощью проволоки соединения стопорятся через отверстия в болтах.

Из неразъемных соединений наибольшее применение получили сварные. В настоящее время сварные соединения в основном образуются путем плавления металлов в зоне стыка. Сварной шов образуется из расплавленных материалов соединяемых деталей и материала электрода, с помощью которого возникает плавящая электрическая дуга. При контактной сварке ток разогревает зону контакта соединяемых деталей, которые прочно соединяются в размягченном плотно

сжатом состоянии. Швы, предназначенные для герметизации, называются плотно-прочными, остальные – прочными.

Заклепочные соединения образуются с помощью заклепок – стальных, медных или алюминиевых стержней, сжимающих своими расположенными на концах головками соединяемые детали. Главным достоинством таких соединений является их надежность, в том числе и при вибрации, когда сварные соединения не выдерживают. Недостатками этого вида соединений можно назвать высокую трудоемкость, низкий уровень охраны труда при проведении заклепочных работ.

Паяные соединения образуются при помощи расплавленного материала – припоя, который при застывании прочно схватывается с материалом соединяемых деталей. Основой припоя служат олово или другие дорогостоящие металлы.

Клеевые соединения получаются в результате адгезии (прилипания) клеев. С их помощью можно склеивать разнородные материалы. Прочность таких соединений может быть также достаточно высокой. При этом в склеиваемых материалах не происходит структурных изменений, как при сварке, или остаточных напряжений. Недостатками таких соединений являются относительная недолговечность, невысокая переносимость температурных колебаний.

1.3. Материалы в строительном машиностроении

При производстве строительных машин и оборудования применяются самые различные материалы. Рассмотрим наиболее распространенные из них.

Металлы. Наибольшее применение нашли черные металлы – сталь и чугун. Они являются сплавами железа с углеродом, причем в чугуне последнего более 2 %. Чугун относительно дешев, но более хрупок. Поэтому основным металлом, используемым в машиностроении, является сталь. По качеству она разделяется на обыкновенного качества и качественную. В зависимости от степени раскисления сталь обыкновенного качества изготавливается спокойной, полуспокойной и кипящей плавки. Первую применяют для ответственных деталей (крановых стрел, мачт, труб и т. д.). Такие стали имеют маркировку Ст.0 ... Ст.7. Цифра указывает содержание углерода в десятых долях процента. Качественную сталь также различают по степени раскисления. Она изготавливается двух групп: А – для машиностроения, Б – для армирования железобетонных конструкций. Для улучше-

ния физико-механических свойств металла применяют добавки других материалов. Такие добавки называют легирующими, а металл – легированным. Пример маркировки качественной стали: сталь 20ХН – сталь хромоникелевая, содержание углерода – 0,20 %.

Медь применяется, прежде всего, в качестве электротехнического материала, а ее сплавы – латунь и бронза – в качестве антифрикционного (например, для подшипников скольжения). Латунь – сплав меди с цинком, бронза – сплав меди с оловом, а также с алюминием, железом, бериллием.

В строительном машиностроении применяют также алюминий, магний и их сплавы.

Для особых условий работы применяют металлокерамические твердые сплавы. Они используются в качестве зубьев резцов бурильного инструмента и т. п.

Кроме металлов и их сплавов, применяются такие материалы, как кожа, резина, дерево, различные ткани, пластмассы, полимерные материалы, лаки, краски, клеи, бумага, масла, смазки, топливо, охлаждающие и другие жидкости. Многие материалы «стареют» от времени, изменяют свои свойства под действием солнечной радиации, атмосферных осадков, изменений температурных режимов и т. п. Более подробно сведения о материалах можно найти в многочисленной специальной литературе.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие обязательные элементы входят в конструкции машин?
2. Какие типы двигателей применяются на строительных машинах?
3. Для чего служат передачи?
4. Какие виды ходового оборудования устанавливаются на строительных машинах?
5. Что такое черные металлы?
6. Какие материалы применяются в строительном машиностроении?
7. Какие виды подшипников применяются в строительных машинах?
8. В чем отличие валов от осей?
9. Для каких целей служат муфты?
10. Каковы основные элементы систем управления?
11. Какие основные типы приводов применяются в строительных машинах?

Глава 2. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МАШИН

Строительные машины состоят из следующих основных частей: двигателя, трансмиссии, ходового оборудования, системы управления, рамы. Некоторые машины могут не иметь рамы или ходового оборудования.

2.1. Двигатели и приводы

На строительных машинах обычно устанавливаются двигатели внутреннего сгорания (ДВС) или электрические, но могут применяться и другие (пневматические, гидравлические).

ДВС по принципу доставки различаются на бензиновые (карбюраторные и инжекторные) и дизельные. Карбюраторные двигатели работают на бензине, имеют КПД 20 – 25 %, инжекторные имеют более эффективную систему топливоснабжения по сравнению с первыми. Дизельные работают на более дешевом дизельном топливе, КПД 30 – 40 %. Однако они имеют большую удельную массу, запуск в холодное время года менее устойчив, больше продуктов сгорания выбрасывается в окружающую среду. Вал ДВС всегда вращается в одну сторону, а допустимая угловая скорость вала двигателя при рабочих режимах изменяется сравнительно в небольших пределах. При запуске двигателя наблюдается его повышенный износ, поэтому при небольших перерывах в работе они не выключаются. Основные эксплуатационные показатели ДВС – это мощность, номинальное число оборотов двигателя (угловая скорость), удельный расход топлива на единицу мощности.

Электродвигатели, применяемые на строительных машинах, классифицируются по виду тока: переменного и постоянного; по напряжению – 380, 220, 36 В и т. д.; по числу оборотов вала двигателя; по способности изменять скорость его вращения. Кроме того, электродвигатели могут иметь специальные характеристики, например, повышенный пусковой момент, позволяющий крановым лебедкам начать подъем груза. Есть двигатели многоскоростные и т. д. Для проектировщиков и эксплуатационников важнейшими показателями служат мощность, угловая скорость, пусковой момент, характеристики используемого тока.

Достоинствами электродвигателей являются высокий КПД (0,7 и более), легкость пуска-остановки, экологическая чистота работы, недостатками – потребность в постороннем источнике тока, возможность электротравматизма, потребность в цветных металлах для изготовления обмоток двигателя, сложность ремонта и технического обслуживания.

Пневматические двигатели используются в основном в ручных машинах. Их КПД сравнительно невысок из-за местных потерь (12 % и более).

Для обеспечения работы исполнительных механизмов применяются различные системы приводов. Наиболее эффективными считаются гидропривод и дизель-электрический привод.

Дизель-электрический привод состоит из дизельного двигателя, генератора, жестко с ним связанного, системы проводов, распределительной, контрольно-пусковой аппаратуры и электродвигателей, обеспечивающих рабочие движения машины и ее частей.

В гидравлическом приводе вал двигателя соединен механически с гидронасосом, который создает давление в гидросистеме и гонит по трубопроводам потоки рабочей жидкости (специального масла). Рабочие движения исполнительных механизмов осуществляются при использовании создаваемого в гидросистеме напора рабочей жидкости (гидростатический, объемный привод) либо за счет скорости потока масла, подаваемого на лопасти ведомого элемента гидропередачи (гидродинамический привод).

Через распределительную аппаратуру производится включение гидравлических двигателей-гидроцилиндров (для возвратно-поступательного движения рабочих органов), гидромоторов для реверсивного вращательного движения конечных элементов. КПД гидропривода довольно-таки высокий (0,6 и выше). Конструктивно применение гидропривода намного выгоднее механических передач и пневмопривода. Рабочее давление в гидросистемах строительных машин от 10 до 40 МПа, в некоторых приводах используется и более высокое давление. Основными элементами гидропривода являются насосы, гидроцилиндры и гидродвигатели, гидрораспределители, клапаны, шланги, топливные баки, а также гидромуфты и гидротрансформаторы (для гидродинамического привода).

Пневмопривод работает за счет энергии сжатого воздуха. Обычно давление в большинстве пневмосистем составляет до 0,7 МПа. Основными элементами пневмосистем являются компрессоры (пневмонасосы), пневмоцилиндры, пневмокамеры, распределительные устройства, клапаны (в первую очередь предохранительные), шланги, ресиверы (емкости со сжатым воздухом).

2.2. Ходовое оборудование

Гусеничное оборудование представляет собой, как правило, две бесконечные гусеницы, обеспечивающие передвижение по слабым грунтам, косогорам, развороты с минимальным радиусом (в том числе практически вокруг геометрической оси машины, когда гусеницы вращаются в противоположные стороны). Недостатками считаются повышенная металлоемкость и малая транспортная скорость.

Пневмоколесный ход состоит из пневмоколес (двигателя) и подвески. Подвеска обеспечивает эластичную, реже жесткую, связь колес с рамой машины. Достоинством пневмоколесного хода является высокая транспортная скорость, недостатками – низкая по сравнению с гусеничным несущая способность, высокий износ пневмошин.

Рельсоколесный ход принципиально устроен так же, как и пневмоколесный. Колеса металлические, с одной-двумя ребордами (выступами). К недостаткам относятся необходимость в специальном пути. В большинстве случаев работа предполагается на горизонтальных участках пути.

Шагающее оборудование применяется только на мощных экскаваторах-драглайнах и состоит из попеременно лежащихся на опорную поверхность пары лыж и базовой конструкции. В конструкциях современных роботов шагающее оборудование выполнено в виде двух и более конечностей (ног).

Другие виды ходового оборудования в строительных машинах практически не применяются.

2.3. Системы управления

Системы управления обеспечивают управляющие воздействия на все исполнительные устройства. Они состоят из комплекса кнопок, рычагов, педалей, тяг, соединенных с пусковыми (электрические ре-

ле, механические муфты) и тормозными устройствами. Эти системы также включают распределительные и предохранительные элементы. Наибольшее применение получили электрические, гидравлические, пневматические, механические и комбинированные системы управления. Они призваны обеспечивать включение и выключение исполнительных элементов, безопасность работы машины за счет установки различных предохранительных устройств. Кроме распределительной аппаратуры, системы трубопроводов, тяг, рычагов, педалей, важной частью систем управления являются тормоза и остановы. Остановы – простейшие тормозные устройства, служащие для остановки вращения вала при превышении номинальных значений угловой скорости либо при перемене направления вращения вала. Наиболее распространенным является храповой останов, состоящий из храпового колеса с направленными в одну сторону зубьями и специального клина – собачки, заходящего во впадины между зубьями и не позволяющего вращаться валу в одну из сторон.

Тормоза, как правило, состоят из гладкого тормозного шкива и тормозных колодок, лент, которые при прижатии к шкиву не позволяют несущему его валу вращаться. Рабочая поверхность колодок, лент, дисков оснащена фрикционными накладками, обеспечивающими увеличенную силу сцепления между, например, колодкой и шкивом. Тормоза включаются специальными электромагнитными или какими-либо другими устройствами с помощью рычагов, педалей тяг, соединенными с ними.

На современных машинах наибольшее применение получила гидравлическая система управления. В ряде моделей машин применяются системы автоматического управления, позволяющие свести участие человека в производственном процессе к контролю за работой техники.

2.4. Рама

Рама – несущая конструкция, на которую устанавливаются или прикрепляются остальные узлы, агрегаты и системы машины. Ее конструкция, размеры и конфигурация определяются расположением устанавливаемых на ней частей машины, а также требованиями дорожных служб по транспортировке на автомобильных и железных дорогах России.

2.5. Производительность техники

Термин «эксплуатация» означает использование чего-нибудь для практических целей. Отсюда задача эксплуатации – получение максимальной отдачи от машины или максимального количества продукции Q (выработки) за время t

$$Q = \Pi t,$$

где Π – производительность машины в единицу времени.

Значение Π зависит от конструкции машины, квалификации машиниста и условий ее работы. Время t зависит от надежности машины, организации строительного процесса и эффективности технического обслуживания и ремонта техники.

Все факторы, влияющие на выработку машины, можно разбить на пять основных групп: физические, организационные, конструктивные, эксплуатационные и социологические.

К физическим факторам относятся среда, в которой работает машина, и характеристики обрабатываемого материала.

Организационные факторы зависят от организации строительного производства – организации и технологии строительных работ, правильности выбора ведущей машины и комплектующих машин.

Конструктивные факторы включают конструктивные особенности машины, непосредственно влияющие на производительность, например, вместимость ковша экскаватора, надежность, приспособленность к работе в данных природно-климатических условиях, эргономические показатели – удобство управления машиной.

Эксплуатационные факторы зависят от организации обслуживания и ремонта техники и обеспечения эксплуатационными материалами и запасными частями. Эксплуатационные факторы влияют на величину непроизводительных простоев машины.

Социологические факторы – квалификация и опыт машиниста, заинтересованность работников в результатах своего труда.

С учетом этих факторов рассматривают теоретическую, техническую и эксплуатационную производительность машин.

Теоретическая (конструктивная) производительность машины зависит от конструктивных факторов и может быть реализована только в небольшой отрезок времени. Например, для машин циклического действия она определяется по формуле:

$$P_k = g \cdot n = g \cdot 3600/T_{\text{ц}},$$

где g – количество продукции, получаемой за один цикл работы машины;

n – число циклов за 1 ч;

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

Техническая производительность P_t учитывает время вспомогательных операций, грунтовые условия, разные веса конструкций, поднимаемых краном при строительстве здания, и т. п.

Эксплуатационная производительность – это реальная производительность машины с учетом всех факторов.

$$P_3 = P_t K_b K_{\text{ип}},$$

где K_b – коэффициент использования машин по времени;

$K_{\text{ип}}$ – коэффициент использования производительности машины, учитывающий ее состояние, квалификацию машиниста, изменение условий работы машины и другие факторы.

Эксплуатационная производительность учитывается при расчетах потребности машин при разработке проектов производства работ.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислить основные факторы, влияющие на выработку машин.
2. Назвать разновидности производительности.
3. Какие коэффициенты применяются при расчете эксплуатационной производительности?

Глава 3. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДОБЫЧИ СЫРЬЯ

3.1. Землеройно-транспортные машины

В группу землеройно-транспортных машин входят бульдозеры, скреперы, автогрейдеры, грейдер-элеваторы. С помощью этих машин грунт не только разрабатывается, но и транспортируется. Они имеют рабочий орган ножевого или ковшового типа.

Бульдозер является навесным оборудованием гусеничных и колесных машин. В настоящее время наибольшее применение в строительстве нашли бульдозеры с гидравлической системой управления

на базе гусеничных тракторов (рис. 3.1). Они используются для по-
слойной разработки грунтов и их транспортировки на небольшие (до
100 м) расстояния.

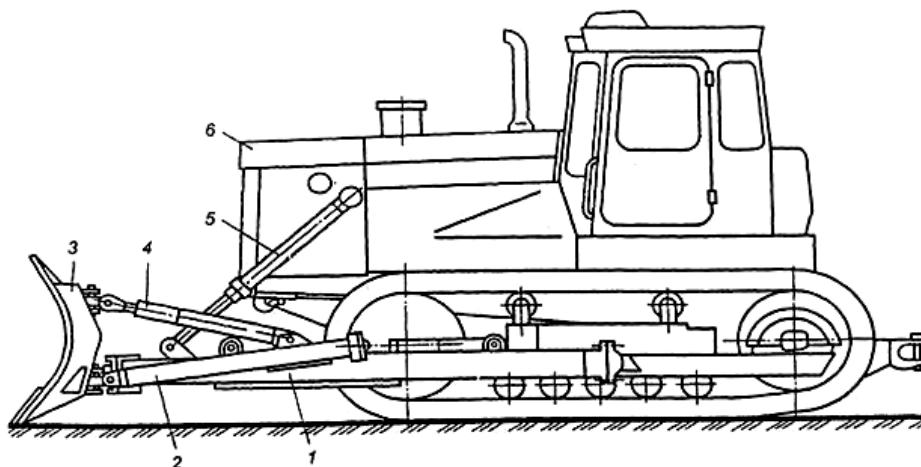


Рис. 3.1. Бульдозер с неповоротным отвалом: 1 – универ-
сальная толкающая рама; 2 – толкающий брус; 3 – отвал;
4 – гидрораскос; 5 – гидроцилиндр подъема-опускания отвала;
6 – базовый трактор

С их помощью производят планировку площадок, обратную за-
сыпку пазух сооружений, расчистку территорий от растительного
слоя, камней, строительного мусора, сооружают котлованы, широкие
траншеи, каналы, насыпи. Рабочий орган – отвальный щит (отвал)
ножевого типа.

Бульдозеры классифицируются:

– по способу установки рабочего органа они могут быть с непо-
воротным, поворотным и универсальным отвалом. В первом случае
отвал постоянно зафиксирован перпендикулярно оси движения ма-
шины. Во втором случае он может быть развернут по отношению к
продольной оси под углом до 50° . У машин третьей конструкции от-
вал, кроме того, может устанавливаться в вертикальной плоскости
под углом $3 - 8^\circ$. Это позволяет проводить, например, планировочные
работы по профилированию автодорог;

– по тяговому усилию базовой машины бульдозеры подразде-
ляются на малогабаритные (10 – 30 кН), легкие (30 – 60 кН), средние
(60 – 150 кН) и тяжелые (более 150 кН).

Для увеличения производительности при работе на легких грунтах отвалы оборудуются открывками, увеличивающими длину рабочего органа.

Отечественная промышленность выпускает бульдозеры с двигателем мощностью 523 кВт (711 л. с.) и размерами отвального щита 6,05 м в длину и 2,00 м в высоту, глубиной заглубления отвала до 0,71 м (Т – 50,01), массой 90 т. Основная масса бульдозерного парка имеет отвалы длиной 2,5 – 3,3 м, высотой 1,0 – 1,3 м. Производительность бульдозеров зависит не только от расстояния транспортировки грунта, но и уклона (подъема) площадки.

Кроме размеров отвала, для эксплуатационников важны его максимальное заглубление и максимальное тяговое усилие базовой машины.

Скреперы являются машиной с ковшовым рабочим органом. Вместимость ковшей может достигать 40 м³. Они предназначены для сооружения насыпей, выемок, послойного срезания, планировки и отсыпки грунтов 1 – 3-й категорий, не содержащих крупных каменных включений, и активно применяются в дорожном строительстве. Скреперы выпускаются прицепными, полуприцепными (рис. 3.2) и самоходными. В настоящее время большинство из них имеют гидравлический привод.

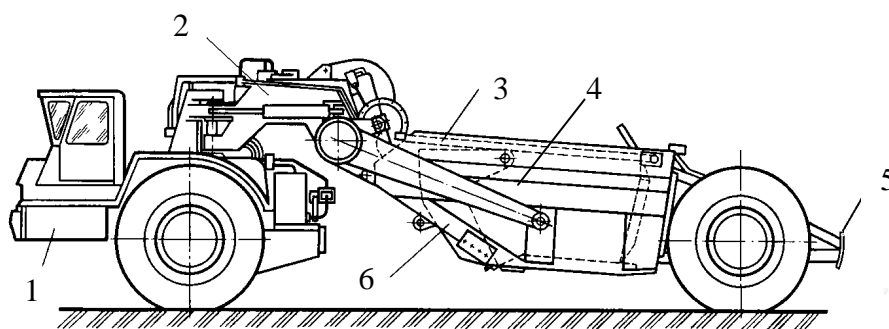


Рис. 3.2. Полуприцепной скрепер: 1 – одноосный тягач; 2 – хобот рамы; 3 – ковш; 4 – П-образная тяговая рама; 5 – буфер; 6 – передняя заслонка

Ковш скрепера заполняется грунтом при движении машины. Грунт, срезаемый ножевой кромкой ковша, на некоторых моделях машин подбирается скребковым конвейером (принудительная загруз-

ка) либо заполняет ковш, перемещаясь по ранее поступившей стружке (тяговая загрузка). В первом случае нагрузка на двигатель существенно ниже, чем во втором. При этом не возникает потребности в дополнительном толкаче (тягаче), часто используемом при тяговой загрузке. Заполненный ковш закрывается передней заслонкой, поднимается в транспортное положение, и машина перемещается к месту укладки грунта. Расстояние транспортировки грунта может составлять несколько километров. Разгрузка ковша может также производиться на ходу. Грунт из ковша вытесняется с помощью гидроцилиндров перемещающейся задней стенкой, а величина слоя выпадающего грунта регулируется шириной щели, образуемой при поднятии заслонки.

Эксплуатационная часовая производительность скреперов Π_3 определяется по формуле

$$\Pi_3 = n g K_n K_b / K_p,$$

где n – число циклов наполнения ковша в час;

g – вместимость ковша;

K_n – коэффициент наполнения ковша (0,6 – 1,1);

K_b – коэффициент использования машины по времени (0,7 – 0,9);

K_p – коэффициент разрыхления грунта (1,1 – 1,3).

3.2. Экскаваторы

3.2.1. Одноковшовые экскаваторы

Одноковшовые экскаваторы используются для работы в карьерах (карьерные экскаваторы), проведения вскрышных работ (вскрышные экскаваторы) при строительстве каналов, добычи строительных материалов, полезных ископаемых, сооружения насыпей и выемок различного назначения.

По назначению машины классифицируются на следующие группы:

- экскаваторы строительные (их масса может превышать 100 т);
- карьерные (для работы в карьерах добычи строительных и других материалов, вместимость ковша до 25 м³);

– вскрышные (применяются для вскрытия грунта для последующей разработки полезных ископаемых, некоторых других видов работ, вместимость – до 150 м^3 , масса до 13 000 т);

– шагающие драглайны (используются при сооружении каналов, гидротехническом строительстве, вместимость ковша достигает 100 м^3 , длина стрелы до 100 м).

В промышленном и гражданском строительстве применяются машины с ковшом вместимостью, обычно не превышающей $2,5 \text{ м}^3$. Такие машины входят в группу строительных экскаваторов. Многие модели выпускаются в соответствии с ранее принятой индексацией, отражающей основные технические характеристики экскаваторов. Она состоит из букв ЭО (экскаватор одноковшовый) и последующих за ними четырех цифр.

Первая цифра, в частности, отражает вместимость основного ковша: 1 – 0,15; 2 – 0,25; 3 – 0,4; 4 – 0,63; 5 – 1,00; 6 – 1,6; 7 – 2,50; 8 – $4,00 \text{ м}^3$. По этой цифре можно определить примерную массу машины и мощность двигателя. Например, мощность двигателя гидравлического экскаватора четвертой размерной группы по ГОСТ 22894-77 составляет не менее 110 л. с., а масса не более 23 т (для гусеничных машин). Вторая цифра указывает на тип ходового оборудования (см. п. «Стреловые краны»). Третья цифра характеризует способ подвески ковша: 1 – канатная, 2 – жесткая, телескопическая; четвертая – номер модели. Далее могут следовать буквы А, Б, В..., означающие номер модернизации модели, а также специальное климатическое исполнение (Хл – северное, Т – тропическое, Т_в – тропическое влажное).

Важнейшим фактором, ограничивающим область применения машин, является степень их универсальности. По этому признаку они подразделяются на неуниверсальные специализированные, полуниверсальные и универсальные. Первые работают, как правило, с одним видом рабочего оборудования, вторые – с очень малым (2 – 4) количеством его разновидностей. У универсальных экскаваторов номенклатура рабочего оборудования может насчитывать несколько десятков позиций.

Основными видами рабочего оборудования являются прямая лопата (рис. 3.3), которая используется при работе в карьерах, сооружении котлованов, крупных выемок, погрузке грунта, сыпучих и кусковых материалов в транспорт, при этом, как правило, экскаватор располагается ниже уровня разработки грунта. Обратная лопата применяется для рытья траншей, котлованов, других выемок. Уровень стоянки экскаватора чаще всего выше уровня копания. Также могут использоваться ковш драглайна и грейфер.

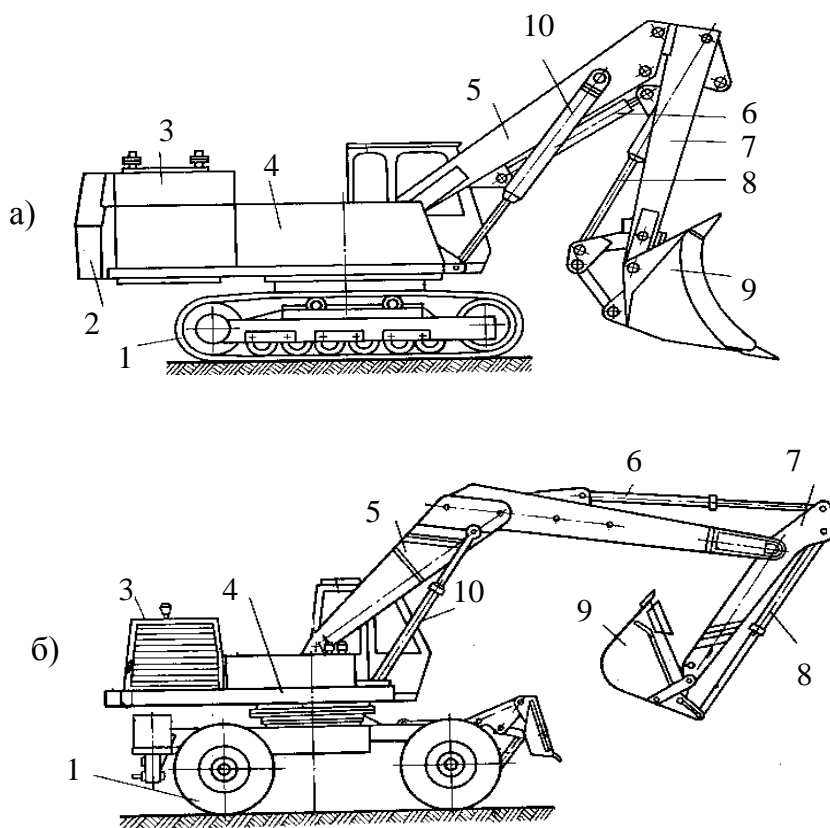


Рис. 3.3. Одноковшовый гидравлический экскаватор: а – на гусеничном ходу (прямая лопата): 1 – ходовое оборудование; 2 – противовес; 3 – двигатель; 4 – поворотная платформа; 5 – стрела; 6 – гидроцилиндр управления; 7 – рукоять; 8 – гидроцилиндр управления ковшом; 9 – ковш; 10 – гидроцилиндр управления стрелой; б – на пневмоколесном ходу (обратная лопата)

Оборудование драглайна используется для сооружения выемок, возведения насыпей, добычи гравия из водоемов, вскрышных и некоторых других работ. Достоинство его конструкции – возможность существенного увеличения по сравнению с другими видами рабочего

оборудования радиуса копания за счет применения гибкой подвески ковша. Это позволяет производить дальний заброс ковша, например, при невозможности приближения к объекту работ машины, оснащенной другим видом рабочего оборудования. Ковш драглайна выполнен в виде совка и заполняется при подтягивании к машине ковша после заброса.

Экскаватором, оборудованным *грейфером*, производят в первую очередь копание глубоких колодцев, траншей, добычу (в том числе из водоемов) и перегрузку строительных материалов. Ковш челюстного типа.

Другими часто применяемыми видами рабочего оборудования, устанавливаемого на экскаваторах, являются крановое, копровое, рыхлительное, буровое. Экскаваторы с телескопической стрелой используются не только при отрыве от котлованов, но и при планировке откосов. При этом стрела экскаватора и подвижная ее секция расположены параллельно от плоскости откоса. Горизонтальную и наклонную планировки поверхностей можно выполнить с помощью шарнирно-сочлененного планировочного стрелового оборудования.

По системам управления экскаваторы подразделяются на машины с механической, пневматической, гидравлической и электрической системами. Основная масса машин выпускается с гидравлической системой управления, в большей мере обеспечивающей лучшие технико-экономические показатели эксплуатации, эргономические и экологические параметры. Основным рабочим оборудованием гидравлических экскаваторов является ковш обратной лопаты. С его помощью можно не только выполнять работы по сооружению котлованов и траншей, но и копать выше стоянки машины, проводить погрузочно-разгрузочные работы.

В отличие от машин с механической системой управления гидравлические экскаваторы не имеют тормозных устройств, поскольку управление здесь основано на перераспределении потоков рабочей жидкости в гидросистемах. Жесткая связь базы машины с рабочим оборудованием дает возможность реализовывать большие усилия резания как при копании с движением рукояти, так и за счет только поворота ковша вокруг оси. В экскаваторах с механической системой ковш прикреплен к рукояти жестко, напорные усилия на кромку ков-

ша при резании зависят от массы рукояти и ковша. Рабочие процессы на некоторых моделях гидравлических машин автоматизированы.

Гидравлические экскаваторы малой мощности обычно выполняются в виде навесного оборудования колесных машин, что делает их неполноповоротными.

В последние годы стали активно применяться мини-экскаваторы, масса которых колеблется от сотен килограммов до 10 т, а вместимость ковшей от 0,02 до 0,2 м³. Они оборудованы колесным, гусеничным (в том числе резиногусеничным) ходовым оборудованием. С их помощью проводят зачистные работы, отрывают кюветы, небольшие траншеи и котлованы, другие незначительные по объему земляные и вспомогательные работы. Они используются также внутри тоннелей, сооружений, зданий, в трюмах судов. Их транспортируют в кузовах грузовых автомобилей, контейнерах. Длины стрелы и рукояти таких экскаваторов позволяют, как правило, загружать грунт в автотранспорт. Эти машины отличаются малым давлением на грунт. Мини-экскаваторы обычно работают с ковшами обратной лопаты, минимальная ширина которых может достигать 0,2 м. Мощность двигателей – от нескольких киловатт до 35 – 40 кВт. Выпускаются модели без кабины и с отапливаемой кабиной. Мини-экскаваторы ввиду малого давления на грунт могут работать в садах, на стадионах, внутри зданий, не нарушая покрытий и верхнего растительного слоя.

Для пользователей одноковшовых экскаваторов важны такие показатели, как вместимость ковша, максимальные глубина, радиус копания, высота выгрузки, продолжительность цикла копания, а также условия транспортирования машин.

3.2.2. Многоковшовые экскаваторы

Многоковшовые экскаваторы, так же как и одноковшовые, входят в группу землеройных машин, но являются машинами непрерывного действия. По назначению они классифицируются на машины для рытья траншей, каналов, карьерных, мелиоративных работ. По конструктивному устройству – на машины с цепным и роторным рабочим органом. По принципу действия – на поперечного и продольного копания.

В строительстве наибольшее применение нашли цепные траншейные экскаваторы (рис. 3.4). Они выполняются на базе колесных и гусеничных машин.

У колесных экскаваторов рабочий орган навесной и представляет собой раму с огибающей ее цепью. К цепи крепятся скребки различных размеров, что обеспечивает прорезание в грунте каждым скребком своего небольшого пласта грунта. Глубина копания такими машинами не превышает обычно 1,6 м, а ширина траншеи – до 0,4 м. Они используются при разработке грунта 1 – 2-й категорий.

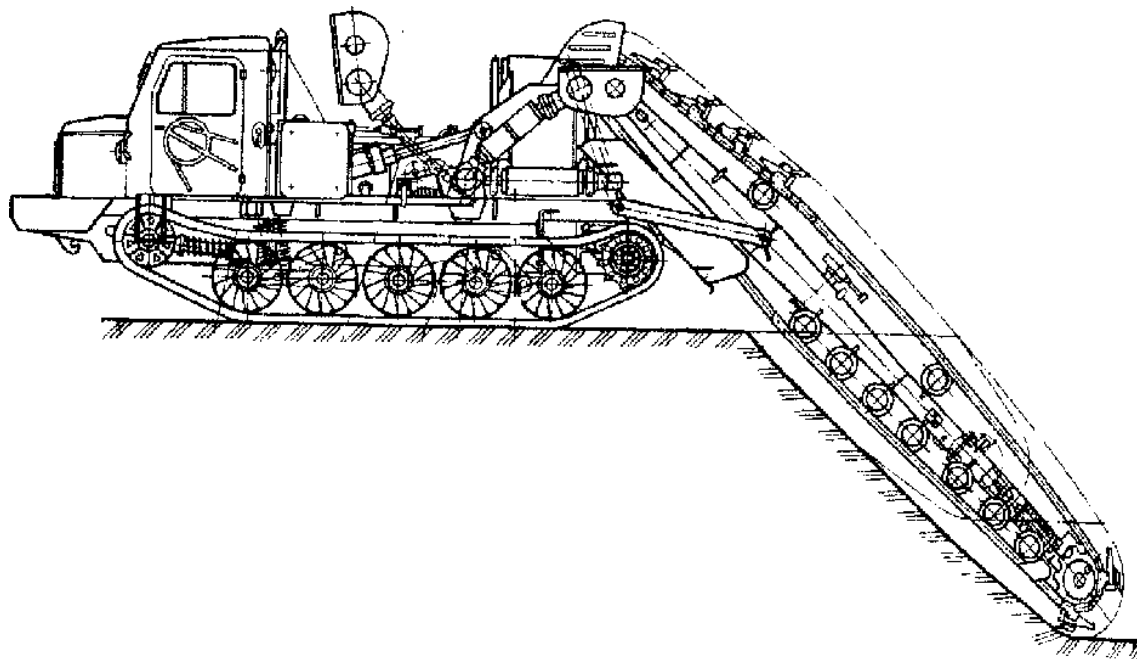


Рис. 3.4. Многоковшовый цепной экскаватор

Гусеничные машины обеспечивают сооружение траншей глубиной до 6 м и шириной по дну до 1,6 м. Разрабатывается грунт 1 – 3-й категорий. Имеются модели экскаваторов, способные вести копание мерзлых грунтов. При необходимости выполнения траншей трапецидального сечения применяют специальные откосообразователи.

Для выдерживания глубины и постоянного угла наклона дна траншеи экскаваторы могут быть оборудованы системой автоматического контроля положения рабочего органа. Грунт в сторону от траншеи перемещают с помощью шнекового (для колесных машин) либо ленточного или скребкового конвейера.

Роторные экскаваторы (рис. 3.5) используются для сооружения траншей различного назначения в том числе под инженерные коммуникации в грунтах 1 – 4-й категорий, а также в мерзлых грунтах (модели ЭТР-7, ЭТР-132Б, ЭТР-253А).

Эти машины более производительны и надежны. Так, например, если рабочие скорости цепных экскаваторов не превышают 70 м/ч, то роторные машины могут передвигаться при работе со скоростями до 300 м/ч.

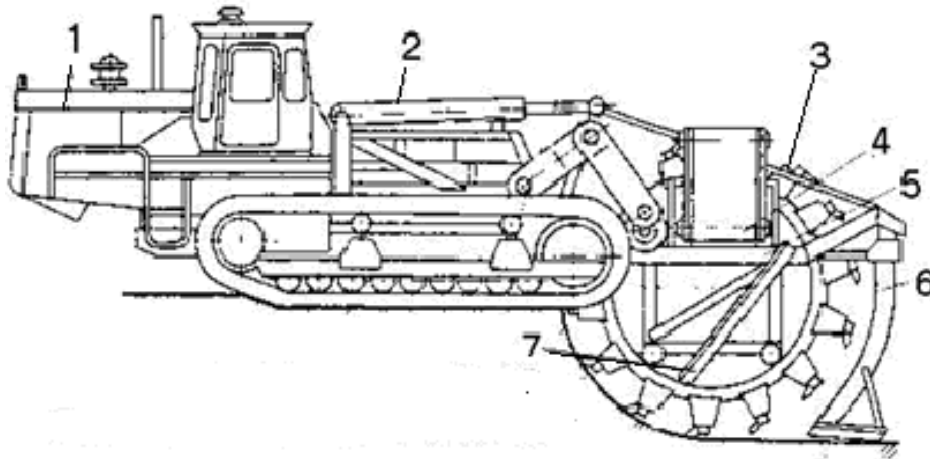


Рис. 3.5. Роторный экскаватор: 1 – базовая машина; 2 – механизм подъема опускания рабочего органа; 3 – ротор; 4 – конвейер; 5 – рама; 6 – зачистное устройство; 7 – ножевой откосник

С их помощью можно сооружать траншеи глубиной до 2,5 м и шириной более 2 м. Для лучшего опорожнения ковшей от грунта их днища могут быть цепными. При верхнем положении ковшей цепи прогибаются внутрь ковша и выталкивают грунт. Для резания мерзлых грунтов козырьки ковшей оснащаются зубьями из твердых материалов. Причем на разных козырьках они расставлены таким образом, что каждый резец срезает грунт по своей траектории. Одинаково расставленные зубья встречаются лишь через несколько (например, через 7) ковшей.

3.3. Оборудование для гидромеханизации карьерных работ

3.3.1. Способы гидромеханизации, их достоинства и недостатки

Гидромеханизация – способ механизации земляных и горных работ, при котором все или основная часть технологических процессов производится за счет энергии движущегося потока воды.

Гидромеханизация на карьерах нерудных строительных материалов применяется:

- для разработки подводных и сильно обводненных песчаных, песчано-гравийных месторождений с гидротранспортом горной массы на дробильно-сортировочные и обогатительные устройства;

- в общем технологическом процессе на песчано-гравийных предприятиях для гидротранспорта песков в отвал, на хвостовом хозяйстве, для гидроклассификации песков, выделения гравия из песчано-гравийной массы, а также из старых отвалов;

- для удаления вскрышных пород в отвал.

Гидравлическая разработка позволяет использовать способность потока воды производить промывку и очистку материала от глинистых примесей, гидроклассификацию и разделение на фракции, его попутное обогащение. В гидромеханизации используют гидромониторы, насосы, землесосы и другое оборудование.

Горная порода разрушается водой двумя способами: размывом напорной струей или размывом самотечным потоком, поступающим к всасывающей трубе землесоса.

Различают следующие способы ведения гидромеханизированных работ:

- гидромониторный, включающий гидромониторно-землесосный, гидромониторный с предварительным механическим рыхлением пород экскаваторами или бульдозерами;

- с плавучим землесосным снарядом – без механического рыхлителя породы и с механическим рыхлителем породы;

- комбинированный с гидротранспортом от экскаватора.

На карьерах строительных материалов гидромеханизацией выполняются следующие основные работы:

- добыча на обводненных месторождениях плавучими земснарядами песчаной и песчано-гравийной массы с гидротранспортированием ее на обогатительную фабрику, гравиесортировку или карту намыва;

- добыча и погрузка на баржи песчаной и песчано-гравийной массы плавучими земснарядами на речных месторождениях, гидравлическая разгрузка шаланд землесосными гидроразрушителями;

- разработка гравийно-валунных месторождений черпаковыми снарядами;

- разработка, транспортирование и складирование в отвал вскрышных пород гидромониторно-землесосными установками;

– гидротранспортирование полезного ископаемого и вскрышных пород после экскаваторной разработки с помощью передвижных или полустационарных гидромеханизированных установок;

– гидравлическое отвалообразование при колесном транспорте.

Основные достоинства гидромеханизации: поточность технологического процесса; возможность попутного обогащения полезного ископаемого при размыве, транспортировании и укладке горной массы; снижение себестоимости вскрышных работ по сравнению с экскаваторной разработкой пород; меньшие расходы на гидротранспорт по трубам и лоткам, чем при автомобильном и железнодорожном транспорте; низкая металлоемкость оборудования, простота его изготовления; небольшая трудоемкость.

К недостаткам механизации следует отнести значительный расход электроэнергии (при искусственном напоре); возможность применения только в мягких породах, поддающихся разрушению размывом; снижение производительности при работе в зимних условиях, потребность в сравнительно высоких объемах воды и площадях для ее водосбора.

3.3.2. Работа гидромониторов

Вода по водоводу подается к гидромонитору, из насадки которого под давлением и со скоростью до 80 м/с направляется на забой и разрушает его. Размытая порода вместе с водой образует гидросмесь, которая называется пульпой. Образовавшаяся пульпа по грунту стекает к зумпфу (углублению на площадке уступа), откуда засасывается грунтонасосом (землесосом) и по трубам перекачивается к месту укладки (гидроотвалу), где она отстаивается. При отстаивании порода отделяется от воды и остается в отвале, а осветленная вода через водосборный колодец по канаве попадает к насосной станции для повторного использования или сбрасывания в естественный источник. Для самотечного движения пульпы от забоя до зумпфа подошве уступа придают уклон, вследствие чего часть породы остается неразмытой, образуя недомыв. Последний убирается бульдозерами или экскаваторами, укладывающими породу в отвал, смываемый струей гидромонитора в зумпф. Интенсивность размыва характеризуется объемом горной породы, размываемой 1 м³ воды. Увеличение высоты уступа до определенного предела увеличивает интенсивность размыва. Она

также возрастает с увеличением расхода воды, уменьшением расстояния от гидромонитора до забоя и повышением компактности струи. Повышение давления струи гидромонитора целесообразно только до определенного оптимального предела. Современный грунтовый насос имеет корпус высотой до 3 м и 2 – 3 лопасти, способные перемещать по пульпопроводу камни размером до 300 мм в поперечнике к насосной станции для повторного использования или сбрасывания в естественный источник.

3.3.3. Работа землесосных снарядов

При разработке забоя плавучим землесосным снарядом горная порода разрушается водным потоком, притекающим к всасывающей трубе. Установленный на понтоне землесос засасывает по трубе воду вместе с породой и нагнетает пульпу в напорный трубопровод, от которого она по трубопроводу, уложенному на поплавках, транспортируется к месту укладки. Во всасывающую трубу вовлекаются только частицы, расположенные в зоне всасывания, где скорость потока достаточна для преодоления сцепления частиц между собой и их веса. Связанные породы таким способом разрушаются очень плохо, поэтому землесосные снаряды снабжаются рыхлителями. Современные земснаряды могут работать на глубине от 0,7 до 60 м.

3.3.4. Водоснабжение гидроустановок

Для водоснабжения установок гидромеханизации используются постоянные поверхностные водотоки, грунтовые воды. Применяются две схемы водоснабжения: прямоточная (вода используется один раз) и оборотная (вода после осветления на гидроотвалах используется вторично). На нерудных карьерах применяется оборотная схема водоснабжения.

Водоснабжение гидромеханизированных работ осуществляется самотечным, напорным способом или их сочетанием. Вода на рабочие участки гидромеханизации подается центробежными насосами.

Электронасос центробежного типа имеет рабочее колесо, качающееся на ведущем валу. Структура рабочего колеса обеспечивает радиальное движение воды по направлению от центра к периферии, в процессе которого лопасти, имеющиеся внутри канала рабочего колеса, передают энергию накачиваемой воды как в виде давления, так и в

виде увеличения скорости потока. На выходе из рабочего колеса вода устремляется в спираль, которая совместно с коническим диффузором обеспечивает преобразование части кинетической энергии в энергию напора.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите основные элементы карьера.
2. Какие индивидуальные средства защиты вы можете назвать?
3. Как называется рабочий орган бульдозера?
4. При каких работах применяется скрепер?
5. Каковы устройство и принцип действия земснаряда?
6. Что такое гидромонитор?
7. Что такое пульпа?
8. Какие типы многоковшовых экскаваторов вам известны?

Глава 4. МАШИНЫ ДЛЯ ЗЕМЛЯНЫХ ГИДРОМЕХАНИЗИРОВАННЫХ, ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ И СВАЙНЫХ РАБОТ

4.1. Машины для уплотнения грунтов

Для повышения несущей способности грунтов, особенно свежеотсыпанных, их уплотняют укатыванием, трамбованием, вибрированием или комбинированным воздействием. Наибольшее применение получило укатывание с помощью прицепных, полуприцепных, самоходных катков. Они применяются при строительстве дорог и аэродромов. Дорожные катки классифицируются по типу рабочего органа, способу передвижения, числу осей, количеству вальцов. По типу рабочего органа катки бывают с гладкими вальцами, кулачковые, решетчатые, пневмоколесные (рис. 4.1) и комбинированные.

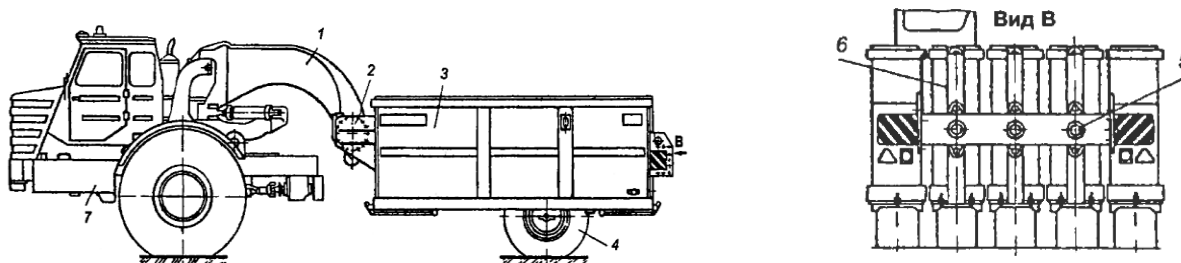


Рис. 4.1. Полуприцепной пневмоколесный каток ДУ-16 Г: 1 – дышло; 2 – рама; 3 – бункер для загрузки балласта; 4 – пневмоколесо; 5 – механизм стопорения секций; 6 – секции катка; 7 – тягач МОАЗ

Катки первого типа имеют гладкую поверхность металлических вальцов. За 4 – 6 проходов они могут уплотнить слой грунта толщиной около 0,2 м. Кулачковые катки обеспечивают существенно большую до 0,7 м глубину уплотнения. Обычно применяются для послойного в 0,2 – 0,3 м уплотнения рыхлых несвязных грунтов. Решетчатые катки используются в первую очередь для укатывания комковатых грунтов, имеющих твердые включения и дробящихся литыми металлическими решетками. Пневмоколесные катки обеспечивают уплотнение грунтов на глубину до 0,3 м. У комбинированных катков передняя ось, например, предназначена под кулачковый валец, а на задней – пневмоколеса, или спереди гладкий вибровалец (внутри барабана находится вибровозбудитель, обеспечивающий увеличение глубины уплотнения), сзади – пневмоколеса. Катки вибрационного действия наиболее эффективны при уплотнении несвязных грунтов. Их применение позволяет сократить число проходов в 2 – 3 раза, увеличить толщину уплотняемого слоя до 1 м и более. Масса виброкатков в 3 – 4 раза меньше, чем катков статического действия.

По числу осей катки подразделяются на одно-, двух- и трехосные. По количеству вальцов одно-, двух- и трехвальцовые. Одноосные бывают прицепные или полуприцепные. Основные схемы конструкций двухосных катков: передняя ось, гладкий или кулачковый валец, сзади пневмоколеса; на обеих осях гладкие вальцы; на обеих осях пневмоколеса. Трехосные катки применяются прежде всего для выравнивания покрытий.

Для уплотнения несвязных грунтов, особенно в стесненных условиях, используют виброплиты, у которых на опорной усиленной литой или сварной плите установлен вибровозбудитель. Масса виброплит может превышать 1500 кг. В строительстве в основном применяют легкие плиты массой от нескольких десятков до 500 кг. При наклоне вибровозбудителя появляется горизонтальная составляющая возбуждающей силы, что приводит к самодвижению плиты в том или другом направлении.

Отечественной промышленностью выпускались трамбующие машины, оборудованные падающими плитами массой более 1500 кг (рис. 4.2). С их помощью грунт (в том числе и мерзлый) уплотняется на глубину до 1 м.

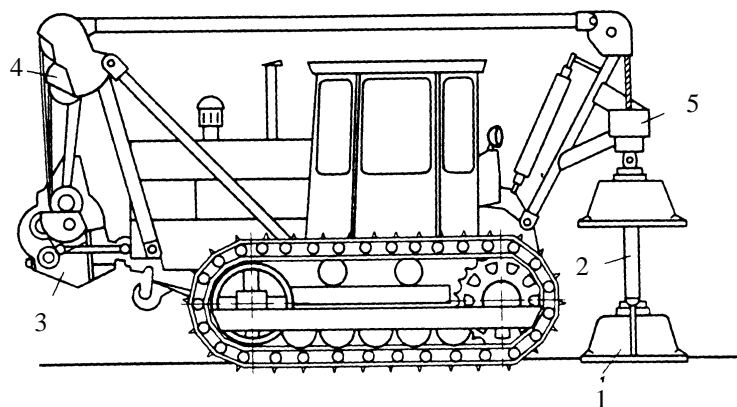


Рис. 4.2. Трамбующая машина: 1 – плита;
2 – направляющая штанга; 3 – редуктор;
4 – полиспаст; 5 – эластичная муфта

Основными техническими характеристиками грунтоуплотняющих машин являются ширина уплотнения, масса машины, статическая линейная нагрузка, вынуждающая сила, рабочая скорость.

4.2. Машины и оборудование для водоотлива и понижения уровня грунтовых вод

Насосы. Для откачки из котлованов, траншей, других выемок скопившейся влаги применяют диафрагмовые, самовсасывающие центробежные насосы стационарного и передвижного типов.

Широко распространенные диафрагмовые насосы позволяют доставать воду с глубины до 5 м. Их производительность невелика и составляет 30 – 50 м³/ч. Вода всасывается у таких насосов за счет колебаний резиновой диафрагмы, создающей разрежение при всасывании воды и избыточное давление, обеспечивающее ее перекачку.

Для откачки больших водных объемов используют центробежные насосы. Высота всасывания таких насосов до 6 м, а производительность 200 м³/ч и более при давлении 0,12 – 0,2 МПа. Перед первым пуском на объекте насоса в его корпус заливается вода. На базе колесных и гусеничных тракторов монтируются самоходные водоотливные установки, где кроме одного-двух насосов имеется комплект всасывающих и нагнетательных шлангов. Откачку воды с больших глубин проводят погружными насосами.

Иглофильтровые установки предназначены для понижения уровня грунтовых вод. Иглофильтры погружают в расположенные на расстоянии 1,5 – 2 м друг от друга скважины по контуру осушения на глубину 1 – 2 м ниже подошвы сооружения. Вакуумные иглофильтровые установки позволяют всасывать воду с глубины до 7 м и имеют производительность 60 – 150 м³/ч при давлении 0,24 – 0,36 МПа. Для осушения большей глубины (до 20 м) применяют эжекторные установки производительностью до 540 м³/ч. Иглофильтры имеют вид трубы диаметром 0,063 – 0,15 м с отверстиями, на которую приварена фильтрующая латунная сетка. Внутри этой трубы установлена еще одна с шестью отверстиями на нижнем конце. Трубы стальные или латунные. Длина иглофильтра может достигать до 8,5 м. Количество иглофильтров в комплекте до 36 штук.

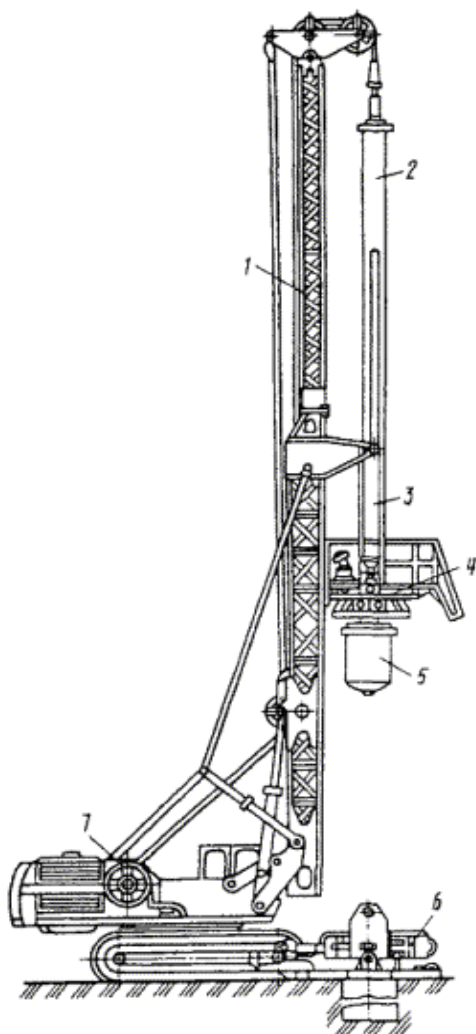


Рис. 4.3. Бурильно-крановая машина БКМ-1501: 1 – мачта; 2 – телескопическая штанга; 3 – гидроцилиндр подачи; 4 – вращатель; 5 – ковшовый бур; 6 – механизм извлечения и погружения обсадных труб; 7 – лебедка

Скважины малого диаметра (при диаметре менее 75 мм они носят название шпуров) и глубиной до 15 м бурят перфораторами – машинами ударновращательного действия. Шпуров глубиной до 4 м можно бурить ручными перфораторами.

4.3. Буровые машины

Для проходки скважин различного назначения применяют буровые и бурильно-крановые машины. Последние оборудованы лебедками грузоподъемностью до 1,5 т, позволяющими установить в пробуренную скважину, например, опору. Используемые в строительстве машины обычно смонтированы на грузовых автомобилях, экскаваторах (рис. 4.3) или тракторах.

В скалистых грунтах скважины выполняются станками ударного действия. Рабочий инструмент – массивное долото, подвешиваемое на канате, сбрасывается на дно скважины, разбивая поверхность грунта. Куски раздробленного грунта – шлама доставляются наверх с помощью стаканов с окнами и створчатым дном – желонок.

С помощью установок вращательного бурения сооружаются скважины в слабых грунтах. Многие модели таких машин выпускаются самоходными на базе автомобилей или тракторов.

Для проколов насыпей, производства горизонтальных отверстий применяются установки горизонтального бурения либо массив грунта продавливается с помощью установок, использующих гидродомкраты и лебедки. Крупноразмерные скважины, тоннели сооружаются с помощью проходческих щитов, специальных экскаваторов. Скважины диаметром до 0,5 м и длиной до 50 м могут выполняться пневмопробойниками, представляющими собой снаряд, внутри которого перемещается сжатым воздухом ударник. Воздух подводится по шлангу от компрессора.

Имеются установки гидравлического, ударно-вращательного, термического и других видов бурения.

Для пользователей в первую очередь важны максимальная глубина бурения, диаметры буров, угол наклона бурового оборудования. При использовании бурильно-крановых машин необходимо знать грузоподъемность машины и максимальную высоту подъема крюка.

4.4. Машины и оборудование для свайных работ

Одним из способов укрепления грунта является сооружение свайного основания. Сваи погружаются с помощью копров или копровых установок, оснащенных молотами или каким-либо другим оборудованием. В гражданском строительстве наибольшее применение нашли самоходные копровые установки, в том числе на базе гусеничных тракторов, а также навесное копровое оборудование к экскаваторам или кранам. Современные копры обеспечивают погружение свай длиной до 25 м в вертикальном и наклонном положениях.

Для забивки большого количества крупноразмерных свай на строительных площадках, как правило, под промышленные объекты применяют копры на рельсовом ходу (рис. 4.4).

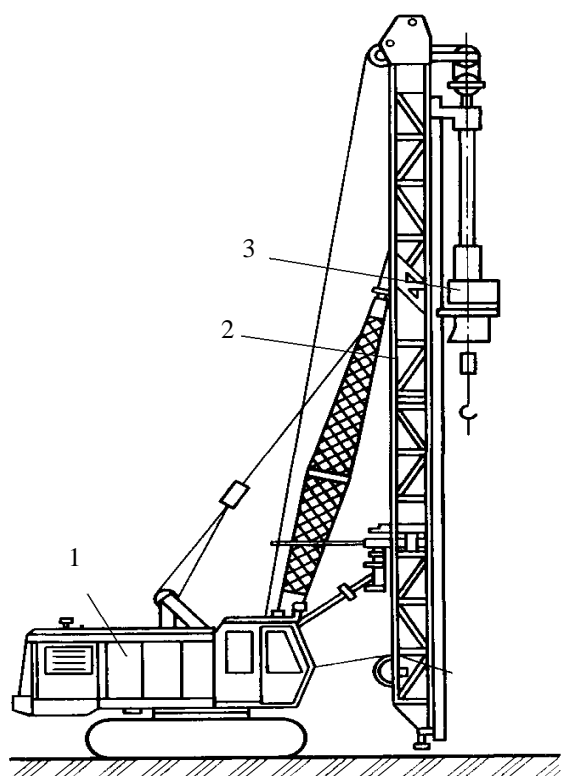


Рис. 4.4. Копровая установка на базе экскаватора: 1 – экскаватор; 2 – стрела; 3 – дизель-молот

Однако большинство копровых установок предназначено для работы со сваями длиной до 9 – 12 м. Производительность таких копров составляет 15 – 30 свай длиной 8 м в смену для грунтов средней плотности. При выборе копровой установки обращают внимание на грузоподъемность машины и максимально возможную длину свай, погружаемых с ее помощью.

Непосредственное выполнение свайных работ осуществляется с помощью свайных погружателей. В настоящее время наиболее часто используют молоты дизельные и гидравлические.

Погружают сваи с помощью вибрации или механическим усилием с пригрузом в предварительно выполненные лидерные скважины диаметром, несколько меньшим поперечных размеров свай.

Для устройства буронабивных свай применяют специальные буровые установки. Они позволяют сооружать скважины с уширением основания.

Дизель-молоты. Конструктивно они подразделяются на два вида: штанговые и трубчатые. Они работают на дизельном топливе, а их работа основана на принципе действия дизельных двигателей (идея предложена в СССР в 1928 г.). Важнейшими показателями молотов считается масса падающей части (ударника), частота ударов, энергия удара, мертвая масса (масса неподвижной части). По этим показателям выбирают модели молотов для забивки свай различных масс. Масса ударной части штанговых дизель-молотов колеблется от 180 до 2500 кг, частота ударов в минуту 42 – 60 (для крупных машин), масса

молота 315 – 4500 кг. Они применяются для погружения свай массой до 2000 кг.

Трубчатые дизель-молоты более эффективны по ряду причин, среди которых повышенная энергия удара, большая долговечность, меньшая степень допускаемого сжатия рабочей смеси. Масса ударной части отечественных молотов 500 – 5000 кг, частота ударов 42 – 44, масса молота 1200 – 10000 кг. Устройство дизель-молота показано на рис. 4.5. Внутри направляющего цилиндра 6 перемещается поршень 5. При падении вниз он давит на выступающий внутрь трубы рычаг топливного насоса 3, из форсунки которого происходит истечение струи топлива. Оно вместе с воздухом образует самовоспламеняющуюся при высоком давлении от сжатия поршнем смесь. Взрывообразное сгорание смеси в рабочем цилиндре 2, охлаждаемого водой бака 9, образует удар, часть энергии которого передается через шабот 1 на сваю, другая часть отбрасывает вверх поршень, после чего цикл повторяется. Топливо подается из бака 4. Первоначальный подъем поршня осуществляется специальным захватом – "кошкой" 8 с помощью каната 7. Отработанные газы и порции свежего воздуха проходят через специальные патрубки.

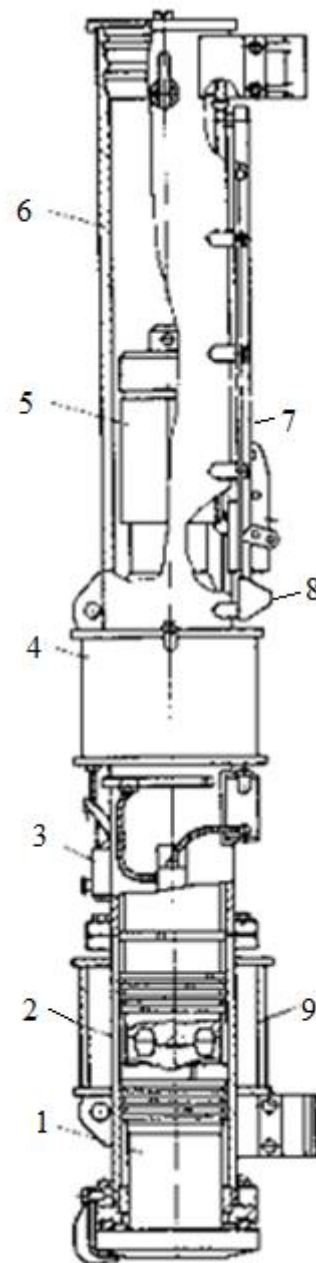


Рис. 4.5. Дизель-молот

Масса ударной части 200 – 7500 кг, частота ударов в минуту 50 – 200, масса молота 750 – 11000 кг.

Для молотов, кроме вышеуказанных показателей, важными эксплуатационными характеристиками являются наибольшая потенциальная энергия удара, расход топлива и смазки.

Вибропогружатели и вибромолоты. Эти машины электрические. Вибропогружатели обеспечивают погружение свай, оболочек, труб в несвязные грунты. Они производительнее дизель-молотов в 2 – 3 раза. Погружение осуществляется благодаря вибрации свай, возбуждаемой массивными дебалансными валами, вращающимися в диапазонах 300 – 550 (низкочастотные), 700 – 1500 (высокочастотные) оборотов в минуту. Низкочастотные машины применяются для погружения в первую очередь крупногабаритных, тяжеловесных элементов, высокочастотные – для работы со шпунтом, трубами и т. п. Мощность электродвигателей высокочастотных машин – 40 кВт, низкочастотных – 60 – 400 кВт, масса 2200 – 27600 кг.

У вибромолотов кроме вибрации через наголовник на сваю передается еще и ударная нагрузка. Мощность электродвигателей машин 14 – 80 кВт, масса 1100 – 8000 кг, число ударов в минуту 480 – 1440.

Для извлечения из грунта металлического шпунта массой до 2000 кг применяют разновидность вибромолота – шпунтовыдергиватель.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите классификацию машин для земляных работ.
2. Назовите машины для рыхления мерзлых грунтов.
3. Какими машинами можно сооружать траншеи?
4. Какими машинами можно проводить планировку площадок?
5. Какими машинами можно сооружать каналы?
6. Какими машинами можно профилировать дороги?
7. Какие машины используются в карьерах?
8. Как называется место, где работает машина?
9. Назовите преимущества гидромеханизированных способов работ.
10. Что такое шпур?
11. Назовите особенность бурильно-крановых машин.
12. Для чего необходимы пневмопробойники?
13. Каковы принципы работы буровых машин?
14. Приведите классификацию машин для свайных работ.
15. Какие машины используются для погружения свай в несвязные грунты?
16. Для чего предназначены копровые установки?
17. На каком принципе работают дизель-молоты?

Глава 5. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МЕХАНИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ И СКЛАДСКИХ РАБОТ

5.1. Транспорт в строительстве

Для перевозки строительных грузов используются автомобили, тракторы и работающие с ними прицепы и полуприцепы.

5.1.1. Грузовые автомобили

Грузовые автомобили подразделяются на дорожные и внедорожные. Последние работают в карьерах и являются мощными самосвалами, чья масса вместе с грузом существенно превышает допустимые стандартные нагрузки обычных дорожных покрытий. Грузоподъемность таких машин составляет десятки тонн. У самых мощных она приближается к двумстам тоннам.

Дорожные автомобили, в свою очередь, классифицируют на автомобили общего назначения и специальные.

Автомобили общего назначения имеют плоскую платформу и откидывающиеся борта (рис. 5.1, *а*). На них можно перевозить любые грузы, за исключением жидких, тестообразных и некоторых других.

Специальные автомобили отличаются значительным разнообразием. Наиболее применяемыми из них в строительстве считаются автосамосвалы (рис. 5.1, *б*). Эти машины имеют опрокидывающийся, как правило, назад кузов, что позволяет автоматически опорожнять кузов. На автосамосвалах перевозят бетон, раствор, сыпучие, кусковые и штучные грузы. Для перевозки легких сыпучих грузов кузов может быть увеличенных размеров. Такими кузовами оборудованы керамзитовозы, опилковозы. В ряде конструкций предусмотрена боковая разгрузка кузова. Для перевозки жидкостей используют автоцистерны. У ряда моделей предусмотрено наличие нескольких емкостей, что, например, позволяет проводить на объектах работ заправку строительных машин различными видами топлива и другими рабочими жидкостями.

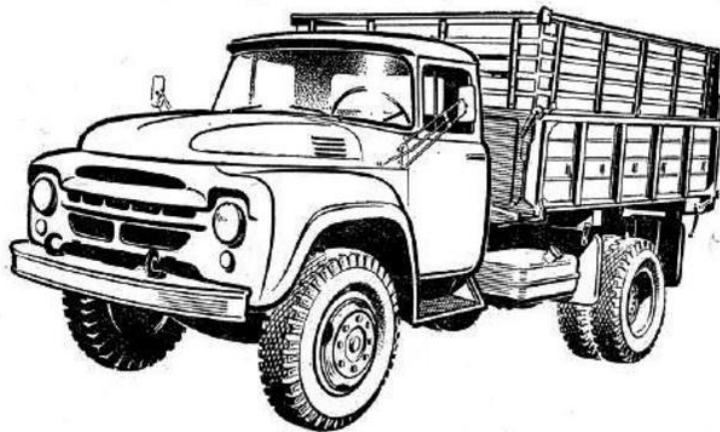
Для перевозки цемента применяют автоцементовозы, снабженные специальным насосом-цементоразгрузчиком. За рубежом выпускаются грузовые автомобили для передвижения в стесненных условиях стройплощадок. Они имеют под кузовом дополнительную поперечную ось, которая используется для разворота машины по минимальному радиусу. Имеются автомобили, оборудованные кранами-манипуляторами небольшой грузоподъемности. Автомобили-контейнеровозы ряда марок способны самогружаться с помощью собственных грузоподъемных средств. Для облегчения погрузочно-разгрузочных работ кузова некоторых моделей автотранспорта могут опускаться.

Широкое применение нашли грузовые автомобили, снабженные кузовом-фургоном. Они предназначены для перевозки штучных грузов.

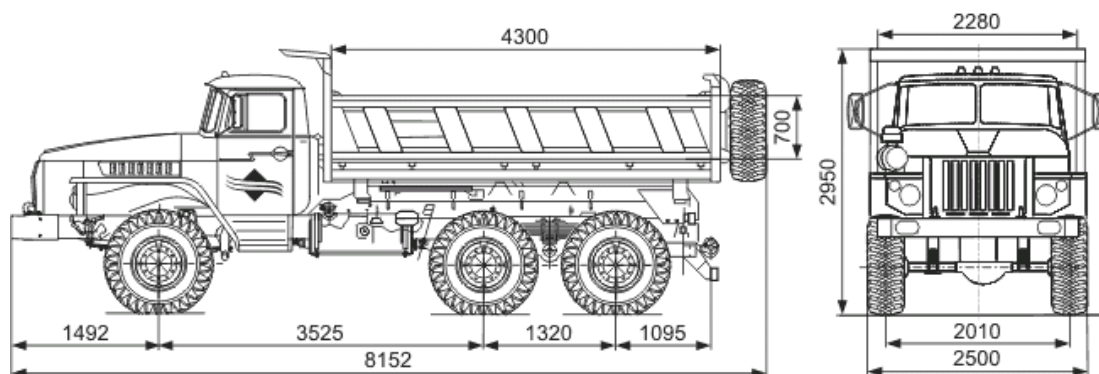
Конструктивно автомобиль состоит из трех основных частей: шасси, двигателя и кузова. Современный автомобиль оборудован системами диагностики и автоматики, обеспечивающими его безопасную эксплуатацию. Для улучшений условий труда водителя машины оборудованы устройствами, сокращающими и уменьшающими физические усилия водителя, повышающими комфортность его работы (гидроусилители руля, обогрев, вентиляция кабины, эргономичные сиденья и т. д.).

Транспорт, используемый для перевозки грузов по стройплощадке, называется внутривозрастным, а за ее пределами – внешним.

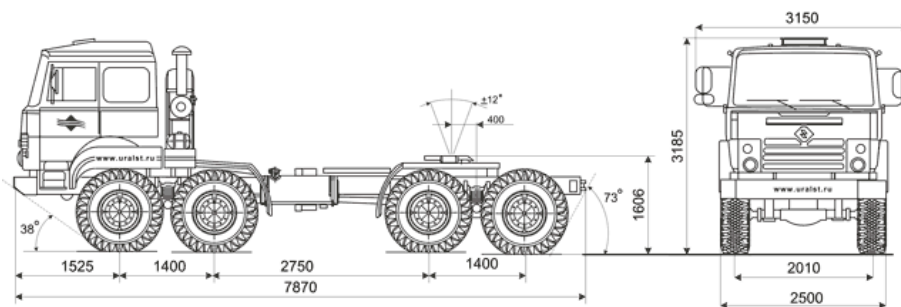
Основными эксплуатационными характеристиками автомобилей являются их грузоподъемность, максимальная скорость передвижения, вместимость, или внутренние размеры кузова, мощность двигателя, расход топлива при скорости 60 км/ч. Интенсивность перевозок характеризуется показателями грузооборота и грузопотока. Грузооборот отражает общий объем перевозимых грузов за конкретный временной интервал, а показатель грузопотока указывает на величину перевезенного груза на определенном участке за единицу времени.



а)



б)



в)

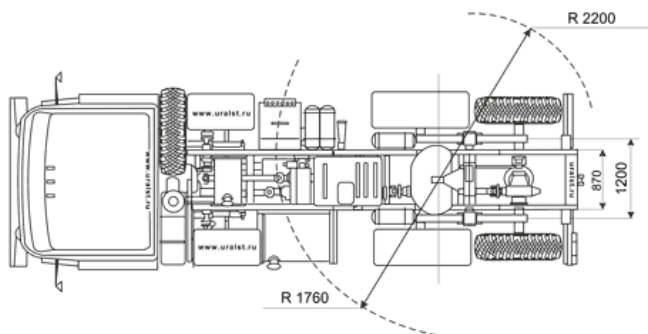


Рис. 5.1. Грузовые автомобили: а – общего назначения; б – автосамосвал; в – седельный тягач

5.1.2. Прицепы и полуприцепы

Многие строительные изделия перевозят с помощью прицепов и полуприцепов. Автомобили в таком случае называются тягачами (рис. 5,1, в). Прицепы прицепляются сзади тягача с помощью сцепного устройства. Кузов тягача для увеличения величины сцепления колес автомобиля с дорогой пригружен балластом.

У полуприцепов соединение с тягачом осуществляется через седельное устройство. При этом передняя часть полуприцепа лежит на тягаче и передает ему также часть массы перевозимого груза. Имеются тяжеловесные прицепы грузоподъемностью до 600 т. Основная часть прицепов и полуприцепов-тяжеловозов предназначена для перевозки грузов до 25, 40, 65 т. Для перевозки строительных конструкций применяют специализированные автомобили, прицепы и полуприцепы: керамзитовозы, фермовозы, балковозы, сантехкабиновозы, битумовозы и т. д.

Для перевозки длинномерных грузов применяются опоровозы, плетевозы с прицепами-ропусками. Прицеп-ропуск имеет специальную, в том числе телескопическую трубу, с помощью которой можно менять расстояние между тележками прицепа и тягачом. Для удержания на прицепе и тягаче длинномерных грузов имеются специальные габаритные устройства – коники, представляющие в рабочем положении перевернутые П-образные конструкции. Имеются модели плетевозов, предназначенных для перевозки труб длиной до 48 м.

За рубежом выпускаются модели прицепов с поперечной колесной осью, которая работает лишь в случаях необходимости разворота в стесненных условиях. Важнейшим показателем использования прицепов и полуприцепов является их грузоподъемность.

5.1.3. Тракторы

Тракторы классифицируются:

- по назначению – сельскохозяйственные, промышленные и трелевочные (для лесной промышленности);
- по ходовому оборудованию – гусеничные и колесные;
- по типу остова – рамные, полурамные, безрамные.

У рамных тракторов основные части крепятся на раме, имеющей повышенную жесткость. Остов полурамных машин образуется из корпуса заднего моста и двух продольных балок (обычно швеллеров), соединенных спереди поперечиной. Жесткий остов безрамных тракторов образуется за счет соединения между собой корпусов отдельных частей машины. Мощные машины практически всегда имеют рамную конструкцию. Кроме того, они различаются по тяговому усилию, конструктивному исполнению и т. п. Абсолютное большинство тракторов имеют дизельный двигатель.

К тракторам примыкают самоходные тележки. Они имеют пневмоколесный ход и, например, возможность перевозки грузов под рамой машины.

Преимущество гусеничных машин (рис. 5.2) – в их высокой проходимости, повышенном сцеплении с дорогой; преимущество колесных (рис. 5.3) – в высокой транспортной скорости, меньшей металлоемкости.

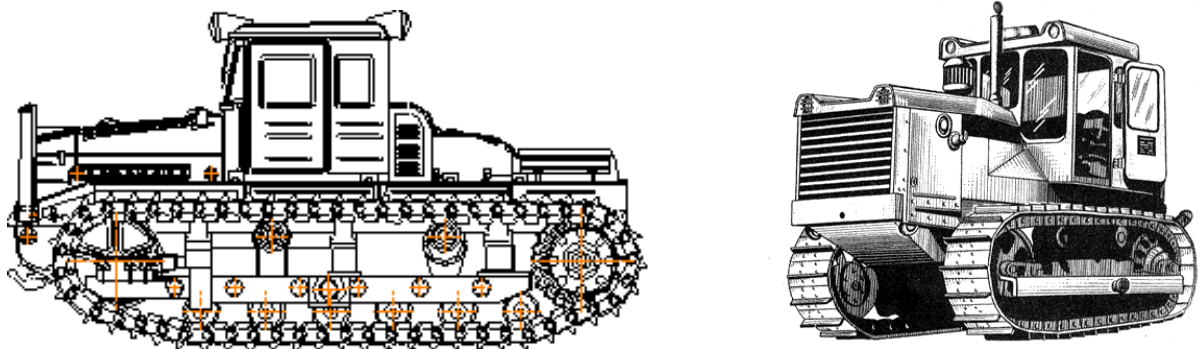


Рис. 5.2. Тракторы на гусеничном ходу

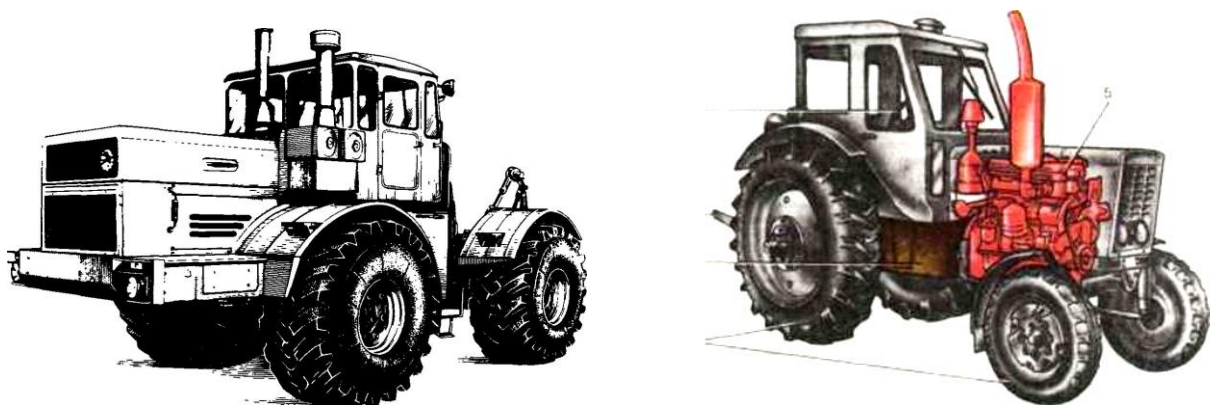


Рис. 5.3. Колесные тракторы

Тракторы в строительстве используются в качестве тягачей либо базовых машин к специальному оборудованию.

Тягачи с прицепами могут работать по следующим организационным схемам:

- маятниковая – тягач постоянно работает с одним прицепом;
- получелночная – один прицеп под разгрузкой на объекте, другой с тягачом;
- челночная – один прицеп под разгрузкой, другой под погрузкой, третий – с тягачом.

Важнейшими показателями для автомобилей и тракторов, используемых в качестве тягачей, являются номинальное тяговое усилие и сила сцепления движителя с поверхностью дороги.

5.2. Машины непрерывного транспорта (транспортирующие машины)

В группу машин непрерывного транспорта входят различного рода конвейеры, установки гидро- и пневмотранспорта. Их отличительной особенностью является непрерывное перемещение грузов, в том числе сплошным слоем сыпучих, порошкообразных, тестообразных и кусковых материалов.

В строительном производстве наибольшее применение нашли ленточные, пластинчатые, скребковые, винтовые конвейеры, ковшовые элеваторы, пневмотранспортные установки.

5.2.1. Ленточные и пластинчатые конвейеры

Ленточные конвейеры наиболее распространены в силу простоты конструкции и высокой производительности. Они применяются для горизонтального и наклонного перемещения грузов (известны конструкции для вертикального подъема штучных грузов). Груз транспортируется на движущейся бесконечной ленте (рис. 5.4), огибающей приводной и натяжной барабаны. Приводной барабан через редуктор соединен с электродвигателем, натяжной имеет специальное устройство (чаще винтового или пружинного типов) и обеспечивает постоянное натяжение ленты на барабанах. Ленты изготавливаются из нескольких слоев (3 – 10) прокладок из высокопрочной хлопчатобумажной (бельтинга) или синтетической ткани, залитых резиной. Имеются конструкции лент со стальными канатами вместо тканевых прокладок, а также из стальных полос и сеток.

Поверхность лент гладкая или для увеличения угла подъема груза рифленая. Угол подъема груза при этом изменяется в 1,5 – 2 раза. Иногда для изменения угла подъема к ленте прикрепляются упоры. Лента поддерживается роlikоопорами, а в некоторых случаях перемещается по настилу. Стандартная ширина лент 0,3 – 3,0 м. Производительность конвейеров может достигать до 30000 т/ч, длина – до 4 км. Скорость ленты обычно находится в пределах 0,8 – 10 м/с. В строительстве применяют конвейеры в стационарном, передвижном (5 – 16 м длиной, с шириной ленты 0,40 – 0,65 м) и переносном (до 6 м длиной) исполнении. У прорезиненной ленты слой резины на рабочей поверхности больше, чем на нерабочей.

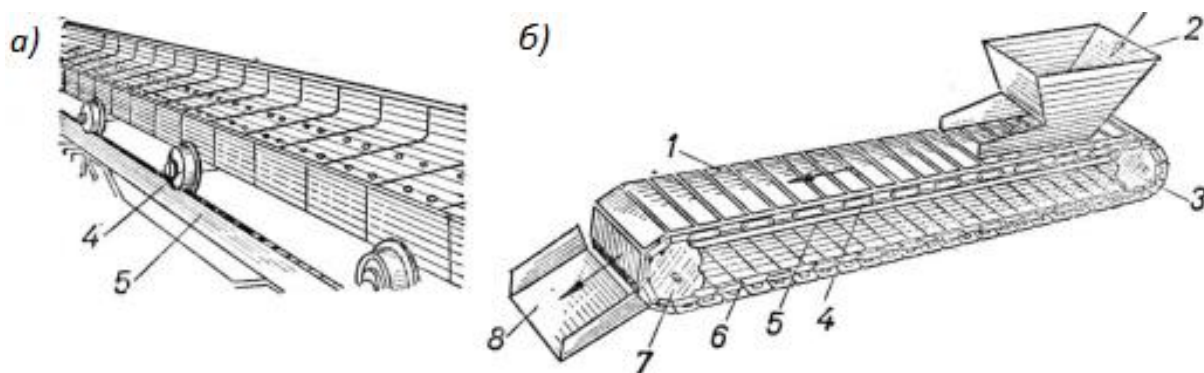


Рис. 5.4. Пластинчатый конвейер-питатель: а – угловой; б – ленточный: 1 – пластины, прикрепленные к цепям; 2 – загрузочная воронка; 3 – натяжная звездочка; 4 – катки; 5 – неподвижные направляющие станины; 6 – бесконечные тяговые цепи; 7 – приводная звездочка; 8 – разгрузочный лоток

Для увеличения площади сечения груза, а следовательно, и производительности лента может ложиться на 2 – 5 роlikоопор в одном сечении, установленных под определенным углом друг к другу и придающих ленте лотковую форму.

Пластинчатые конвейеры применяются для транспортирования штучных и насыпных грузов в горизонтальном и наклонном направлениях. Несущая способность пластинчатых конвейеров существенно выше, чем у ленточных. Поэтому они приспособлены к транспортировке крупных кусковых и штучных грузов. В строительстве они часто используются в качестве питателей других работающих с ними машин, например камнедробилок, обеспечивая их крупнокусковым

материалом, доставляемым из карьеров. Тяговым органом служат, как правило, две цепи, огибающие концевые звездочки. К этим цепям крепятся металлические, реже деревянные или пластмассовые пластины настила. Производительность конвейеров до 2000 м³/ч, скорость передвижения до 1,25 м/с, ширина настила 0,4 – 1,6 м.

5.2.2. Скребковые конвейеры

Скребковые конвейеры используются для перемещения кусковых, сыпучих и порошкообразных, в том числе горячих грузов. Тяговым элементом является цепь или две цепи, огибающие концевые звездочки. К цепям прикреплены скребки, которые перемещаются внутри короба (желоба). Скребки проталкивают по нему груз. На дне короба имеются разгрузочные отверстия, снабженные затворами. Наибольшее применение получили конвейеры с высокими и низкими (погружными) скребками. В первом случае высота скребков примерно равна высоте бортов желоба. Груз транспортируется как бы порционно. Во втором случае скребки находятся внутри слоя перемещаемого материала, и весь массив груза перемещается за счет сцепления между отдельными частицами. Желоб может быть закрыт достаточно герметично, что важно при транспортировании пылящих и горячих грузов. Производительность конвейеров до 700 т/ч, скорость перемещения обычно не более 0,5 м/с, ширина скребков до 1,2 м, высота до 0,4 м. При ширине скребка до 0,4 м, как правило, конвейер имеет одну цепь.

5.2.3. Ковшовые элеваторы

Ковшовые элеваторы предназначены для вертикального и крутонаклонного (60° и более) подъема сыпучих, порошкообразных, тестообразных и кусковых материалов на высоту до 75 м с производительностью до 500 м³/ч и более.

Краны должны быть зарегистрированы в территориальных органах Ростехнадзора и допущены инспектором к эксплуатации. На предприятии должны быть аттестованные лица, ответственные за их работу: инженерно-технический работник по надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъемных кранов, ЛТР, ответственный за содержание грузоподъемных кранов в исправном состоянии и лицо, ответственное за безопасное производство работ кранами. В качестве

первого лица выступает работник отдела главного механика, второе лицо – обычно участковый механик, третье – прораб или бригадир. Первые два лица обеспечивают исправное техническое состояние крана – обслуживание, ремонт, проведение освидетельствований и испытаний крана.

Непосредственно безопасную организацию работ с краном обеспечит прораб или бригадир. Перед началом работ он обязан проверить наличие удостоверений у крановщика и стропальщиков, исправность крана и строповочных приспособлений, установку крана на площадке. Все грузоподъемные операции должны производиться по проектам производства работ или по технологическим картам, типовым или разработанным для данного производства.

На строительной площадке должен быть плакат с указанием веса типовых деталей. Крановщик должен быть проинструктирован о характере предстоящей работы и проинформирован о весе и характере грузов.

Особое внимание следует обращать на установку крана. Запрещается устанавливать кран на снег или слабый грунт, кран должен быть выставлен горизонтально по уровню. В случае, если работа производится в зоне ближе 30 м от линии электропередач, она должна проводиться по наряду-допуску, выдаваемому крановщику перед началом работы. При работе башенного или козлового крана необходимо проверить состояние пути и отсутствие препятствий для передвижения крана – материалов, лежащих на рельсах или в пределах габарита крана. Опасная зона, в пределах которой работает кран, должна быть ограждена или обозначена. При производстве работ крановщику запрещается подтаскивать груз, поднимать засыпанный или примерзший груз, освобождать краном защемленные грузом стропа, производить работы при нахождении в зоне работы крана посторонних лиц во избежание попадания их под груз или зажатия людей между поворотной частью стрелового крана и штабелем или стеной здания. Не допускается перемещение людей на крюке или грузе. Не допускается производить грузовые операции при нахождении людей в кабинах или кузове автомобиля или в железнодорожном полувагоне. Груз необходимо поднимать сначала на высоту 10 – 15 см, чтобы убедиться в правильности строповки и отсутствии перегрузки крана. Нельзя поднимать груз при нахождении людей под стрелой и проносить груз над людьми или помещениями, где могут находиться люди.

Работа крана не допускается при его неисправности, в том числе при неработающих приборах безопасности, неисправности строповочных приспособлений, при отсутствии удостоверений у крановщика или стропальщиков, при плохом освещении, в сильный снег, дождь или туман, при температуре ниже допускаемой в паспорте крана, при силе ветра, превышающей допустимую для данного крана. В соответствии с существующим законодательством ответственный за безопасное производство работ несет административную или уголовную ответственность за нарушение требований безопасности при работе кранов, которые привели или могли привести к аварии или травме людей.

5.3. Погрузочно-разгрузочные машины

Погрузочно-разгрузочные машины используются на складских работах, а также при выполнении ряда других строительных операций, например копания сыпучих и мелкокусковых материалов из массива или грунта 1 – 3-й категорий.

Кроме того, наличие широкого спектра сменного рабочего оборудования позволяет с помощью некоторых моделей этих машин проводить корчевку пней, уборку строительного мусора, засыпку траншей и пазух сооружений, погрузку древесины, некоторые другие работы.

Самоходные строительные погрузчики имеют гусеничное или колесное ходовое оборудование и разделяются по принципу работы на машины циклического (периодического) и непрерывного действия. Погрузчики периодического действия в качестве рабочего органа имеют ковш, захват, стрелу и т. п. Погрузчики непрерывного действия оборудованы каким-либо конвейером, обеспечивающим непрерывную подачу материала в транспортное средство.

5.3.1. Одноковшовые погрузчики

По роду разгрузки ковша они подразделяются на машины:

- с фронтальной (передней) разгрузкой (рис. 5.5);
- боковой разгрузкой путем поворота стрелы опрокидывания;
- задней разгрузкой – через себя для загрузки стоящего позади погрузчика транспорта.

Они могут иметь собственное оригинальное шасси или в качестве навесного оборудования устанавливаться на колесные и гусеничные машины вместимостью ковшей от нескольких десятков литров (у мини-погрузчиков) до нескольких кубометров. Наряду с вместимостью ковшей эксплуатационников интересуют грузоподъемность машины, ширина режущей кромки ковша, максимальная высота разгрузки. Погрузчики оборудованы питателем (обычно винтового типа), подгребающим под ковшовый элеватор сыпучий или мелкокусковой материал. Из ковшей элеватора груз подается на ленточный конвейер, затем на транспортное средство.

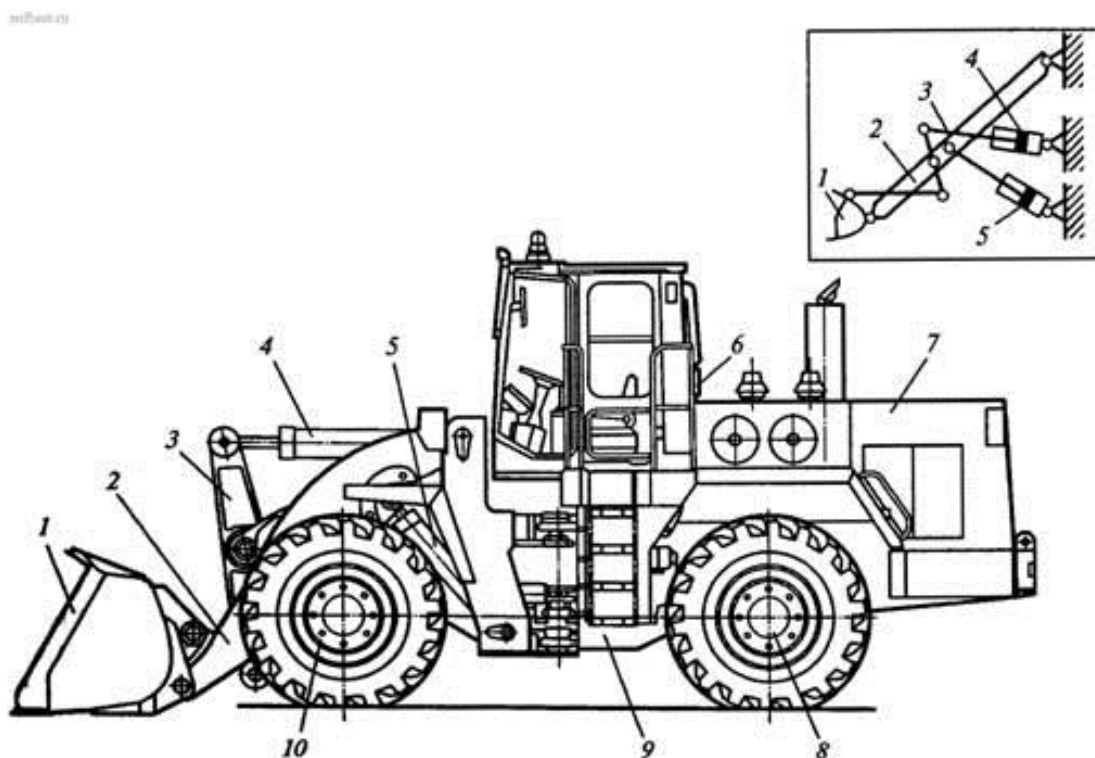


Рис. 5.5. Одноковшовый погрузчик: 1 – ковш; 2 – стрела; 3 – коромысло; 4 – гидроцилиндр ковша; 5 – гидроцилиндр стрелы; 6 – кабина оператора; 7 – гидромеханическая трансмиссия; 8 – задний мост; 9 – шарнирно-сочлененная рама; 10 – передний мост

Вместо ковшового элеватора на таких машинах, как снегопогрузчики используются скребковые конвейеры, загрузочное устройство представляет собой лопату, оснащенную подгребающими лапами (балансирами). Важнейшими эксплуатационными характеристиками этих машин являются техническая производительность, наибольший размер кусков погружаемого материала, ширина захвата питателем.

5.3.2. Автопогрузчики

Они представляют собой пневмоколесную машину (рис. 5.6), обладающую весьма высокой транспортной скоростью (до 50 км/ч).

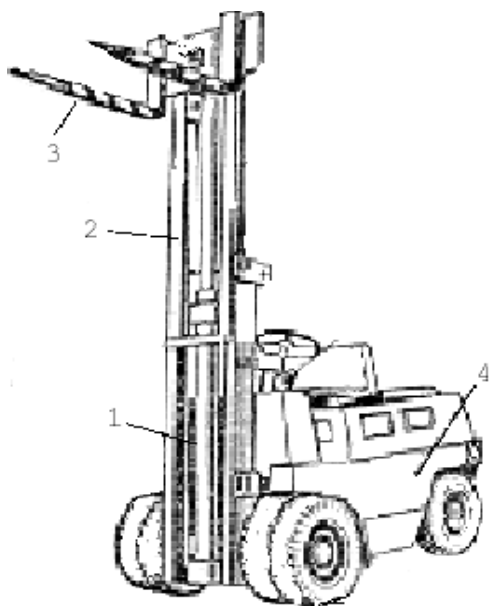


Рис. 5.6. Автопогрузчик: 1 – гидроцилиндр подъема-опускания грузоподъемника; 2 – грузоподъемник; 3 – вилочный захват; 4 – ходовое оборудование

Спереди погрузчика расположена подъемная часть, состоящая из основной (наружной) и выдвижной (внутренней) рам. Выдвижная рама поднимается с помощью длинноходового цилиндра. По рамам перемещается каретка, на которой устанавливается сменное грузозахватное оборудование. Наиболее часто устанавливаемыми видами таких приспособлений являются вилы и безблочные стрелы. Для устойчивого удержания грузов на вилах при перемещении автопогрузчика, а также для упрощения загрузки рама может наклоняться с помощью гидроцилиндров в ту или другую сторону.

Другими видами сменного оборудования могут являться одно- и многоштыревые захваты, ковши. Рабочее оборудование погрузчиков-штабеллеров, предназначенных специально для складских работ (перемещающихся между рядами грузов), устанавливается сбоку машины. Передние колеса, на которые приходится основная нагрузка, существенно крупнее задних. Обычно грузоподъемность автопогрузчиков не превышает 10 т, однако есть модели, предназначенные для перевозки большегрузных контейнеров грузоподъемностью до 25 т, высота подъема груза до 4,5 м. Автопогрузчики широко применяются в строительстве и на предприятиях стройиндустрии.

5.4. Техника безопасности при эксплуатации погрузочно-разгрузочных машин

К погрузочно-разгрузочным машинам относятся вилочные погрузчики, ковшовые фронтальные погрузчики, погрузчики для работы с контейнерами и погрузчики непрерывного действия. Погрузчики

могут быть с двигателями внутреннего сгорания и электродвигателями. Последние применяются преимущественно в качестве внутрицехового транспорта и для механизации работы на складах.

Машинисты всех погрузочно-разгрузочных машин должны пройти обучение и быть аттестованы на право управления этими машинами. При работе вилочных погрузчиков нельзя превышать допустимую грузоподъемность машины. Перед подъемом груза необходимо убедиться в надежности захвата груза вилами. При перемещении поднятого груза на вилах мачта погрузчика должна быть наклонена в сторону кабины для предупреждения соскальзывания груза. Не допускается подъем людей на вилах или грузовой площадке. При использовании в качестве сменного оборудования кранового крюка нельзя поднимать груз при наклоненной мачте погрузчика.

При работе в цехе или на складе необходимо не допускать превышения скорости передвижения, указанной для погрузчиков в приказе по цеху и инструкции по эксплуатации. Нельзя перемещать груз, поднятый на мачте.

При работе фронтальных ковшовых погрузчиков необходимо следить, чтобы ковшом не захватить посторонние предметы – трубы, кабели и другие предметы, которые могут быть засыпаны или заанкерены. При погрузке автомобиля необходимо следить, чтобы ковш не касался бортов автомобиля. После выгрузки ковш должен быть возвращен в горизонтальное положение до отъезда погрузчика от автомобиля. При погрузке автомобиля людей в кабине или кузове, а также в зоне работы погрузчика быть не должно.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем разница между прицепом и полуприцепом?
2. Перечислите разновидности автомобилей.
3. Какие основные части автомобиля вы можете назвать?
4. В каком качестве используются в строительстве тракторы?
5. Приведите классификацию тракторов.
6. Назовите важнейшие показатели грузовых автомобилей.
7. Каков принцип работы пластинчатого конвейера-питателя?
8. Каково устройство одноковшового погрузчика?
9. Перечислите разновидности погрузчиков.

Глава 6. ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ

Грузоподъемные машины входят в класс машин, обозначаемый в настоящее время в нормативно-технической литературе понятием «подъемные сооружения». Подъемными сооружениями называются устройства для вертикального или вертикального и горизонтального перемещения людей и грузов: грузоподъемные краны, подъемники (вышки), мачтовые строительные подъемники, лифты, эскалаторы, канатные дороги, шахтные подъемники, тали и тельферы, люльки для подъема людей и грузов, лебедки и домкраты.

Грузоподъемные машины, применяемые в строительстве, – это грузоподъемные краны, подъемники (вышки), строительные мачтовые подъемники, тали, тельферы, лебедки и домкраты. Существуют различные виды классификации грузоподъемных кранов, где в качестве определяющих признаков берутся конструкция, назначение, грузоподъемность кранов, рабочий диапазон температур, режимы работы и др.

6.1. Домкраты

Домкрат (от голл. *dommekracht*) – устройство для подъема и не-продолжительного удержания груза, которое используется при выполнении ремонтных, монтажных или погрузочно-разгрузочных работ.

В строительстве применяются винтовые, реечные и гидравлические домкраты. Винтовые домкраты ручные, имеют грузоподъемность до 20 т и применяются в основном для ремонтных работ. Реечные домкраты применяются при монтажных работах. Их грузоподъемность до 10 т. Гидравлические домкраты состоят из рабочего цилиндра (одноступенчатого или телескопического), насосной станции и бачка с рабочей жидкостью. Насосная станция может иметь ручной или электрический привод. Гидравлические домкраты могут иметь грузоподъемность более 1000 т. Домкраты малой грузоподъемности применяются при строительстве и ремонте рельсовых путей, домкраты большой грузоподъемности – при монтаже тяжелых конструкций, например, пролетных строений мостов. Домкраты могут входить составной частью в конструкции других более сложных машин. Некоторое распространение получили пневматические подушки. Кроме грузоподъемности пользователей интересует еще и высота подъема груза.

Для домкрата характерны малые габариты, небольшая собственная масса (обычно не превышает 1% грузоподъемности), незначительная скорость (0,01 – 0,25 м/мин) и высота подъема (0,15 – 1 м). Домкрат обеспечивает плавный подъем грузов, точную их фиксацию и удержание на заданной высоте. Домкраты специального назначения могут иметь грузоподъемность в несколько сотен тонн и поднимать груз на высоту в несколько метров.

Классифицировать домкраты можно следующим образом.

По типу привода – домкраты с ручным, электрическим, гидравлическим и пневматическим приводом.

По конструктивному исполнению – реечные, винтовые, гидравлические, пневматические.

По способу установки – стационарный, передвижной, переносной.

Без домкрата невозможен подъем и перемещение крупных блоков или отдельных частей монтируемых сооружений, узлов или деталей оборудования. В отличие от других тяговых механизмов, например лебедки, домкраты более компактны, просты в обслуживании, надежны в эксплуатации [38].

6.1.1. Реечные домкраты

В конструкции реечного домкрата основным элементом является односторонняя зубчатая рейка с опорной чашкой для груза. Нижний конец рейки образует так называемую «лапу» и используется для подъема груза. Важная особенность и достоинство реечного домкрата – это низкое расположение подъемной площадки. Для удержания на высоте поднятого на рейке груза используются стопорные устройства.

По типу передаточного механизма реечные домкраты делятся на зубчатые и рычажные. В первом случае рейка выдвигается шестерней, вращаемой приводной рукояткой, во втором – качающимся приводным рычагом. Домкраты грузоподъемностью до 6 т имеют одноступенчатую передачу, от 6 до 15 т – двухступенчатую, свыше 15 т – трехступенчатую [38].

Поднимание и опускание груза с помощью реечного домкрата можно остановить на любой высоте подъема. Стабильное положение груза обеспечивают спусковой тормоз и храповый останов.

Устройство зубчатых реечных домкратов показано на рис. 6.1 [39]. Этот домкрат состоит из стальной зубчатой рейки 2, при подъеме груза неподвижно стоящей на основании 10, и корпуса 1 с крышкой 3.

Корпус в верхней части оканчивается головкой 4, на которую опирается груз, внизу – лапой 5, предназначенной для подъема низко расположенных грузов.

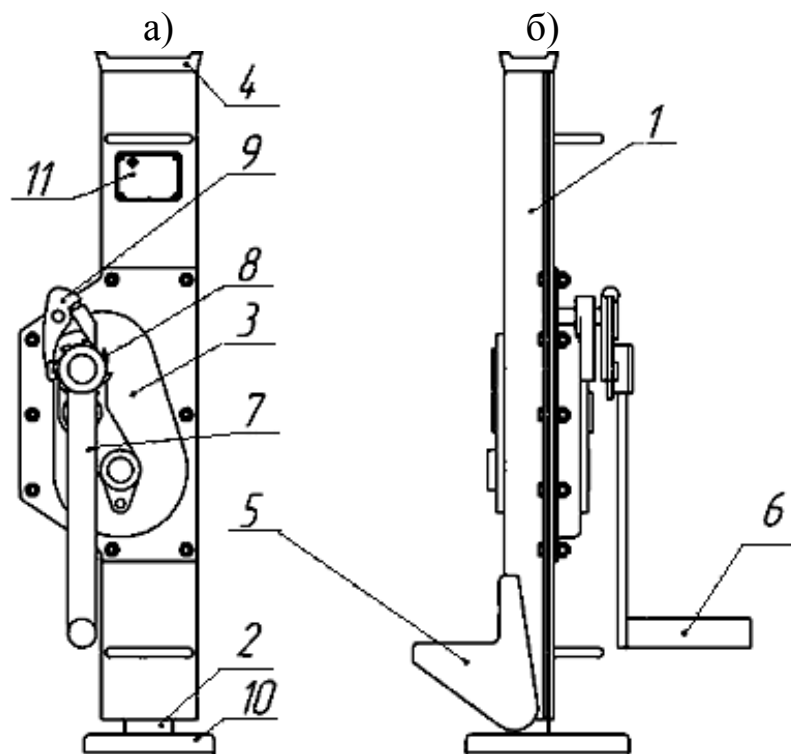


Рис. 6.1. Домкрат реечный зубчатый: а – общий вид; б – принципиальная схема; 1 – корпус; 2 – рейка; 3 – крышка; 4 – головка; 5 – лапа; 6 – держатель; 7 – рукоятка; 8 – храповик; 9 – собачка; 10 – основание; 11 – табличка

Вращением рукоятки 6 корпус с грузом поднимается или опускается по рейке. Для удержания корпуса с грузом в определенном положении служит тормозное устройство. Оно состоит из собачки 9, установленной на неподвижной оси, и храповика 8, со свободно насаженным на муфту держателем 7 между двумя нажимными кольцами из фрикционного материала. На корпусе закреплена табличка 11.

Домкраты могут работать как в вертикальном, так и в горизонтальном положении. Реечные домкраты просты и удобны в обслужи-

вании, ремонтпригодность их высокая. Также к их достоинствам относятся большой рабочий ход и высота подъема (практически можно бесконечно наращивать рейки), компактность, устойчивость (благодаря большой базе), плавность хода и его точная остановка на заданной высоте, высокий КПД (до 0,85) [38].

Следует помнить, что реечный домкрат имеет заявленную грузоподъемность, например 5 т, только на верхней опорной площадке. На лапе грузоподъемность реечного домкрата составляет всего 70 % от заявленной. На стройплощадках они применяются при точной посадке панелей и плит, горизонтальном перемещении массивных блоков, конструкций.

Недостатки: внушительные масса и габариты (особенно у современных моделей) [40].

6.1.2. Винтовые домкраты

Принцип действия винтового домкрата основан на механизме взаимодействия «винт – гайка».

В зависимости от направления вращения гайки винт поднимает или опускает груз опорной пятой. Удержание груза в нужном положении происходит за счет сил самоторможения в винтовой паре. Различают *вертикальные (стоечно-винтовые) и горизонтальные (ромбовые) винтовые домкраты*. Для горизонтального перемещения груза домкрат устанавливают на салазках, снабженных винтом. Грузоподъемность винтовых домкратов – до 50 т. Основные достоинства винтовых домкратов: значительный рабочий ход и высота подъема, малый вес, надежность в эксплуатации. Последнее достоинство обусловлено тем, что положение груза фиксирует самотормозящая трапецеидальная резьба.

Вертикальные (стоечно-винтовые) домкраты могут быть с ручным и электромеханическим приводом.

Домкраты винтовые с ручным приводом (рис. 6.2) предназначены для подъема и выверки технологического оборудования при проведении ремонтных, монтажных и строительных работ в различных отраслях промышленности.

По конструкции стоечно-винтовые домкраты делятся на одновинтовые и двухвинтовые.

Основными частями винтового домкрата (см. рис. 6.2) являются корпус 1 с гайкой 2, винт 3 с опорной пятой 5 и храповым колесом 6, рукоятка 4 с двусторонней собачкой 7 и фиксатором 8. Храповое колесо жестко соединено с винтом и при качании рукоятки собачкой 7 приводится во вращение вместе с винтом.

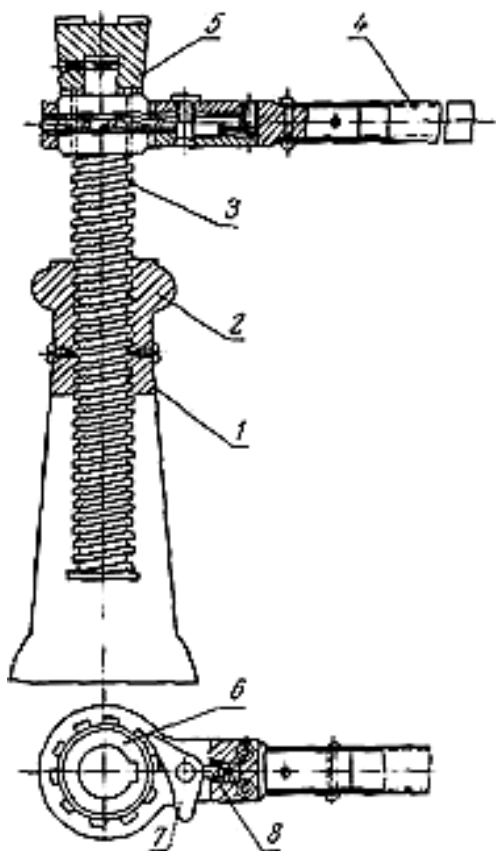


Рис. 6.2. Домкрат винтовой вертикальный с ручным приводом: 1 – корпус; 2 – гайка; 3 – винт; 4 – рукоятка; 5 – опорная пята; 6 – храповое колесо; 7 – собачка; 8 – фиксатор

Храповое колесо жестко соединено с винтом и при качании рукоятки собачкой 7 приводится во вращение вместе с винтом.

Принцип работы одновинтовых домкратов заключается в следующем: приводная рукоятка вращает опорную гайку относительно корпуса, выдвигая винт с подъемной пятой. У двухвинтовых домкратов опорной гайкой является сам корпус. Внутри винта большого диаметра вкручен второй с более крупной резьбой другого направления. Вращение приводной рукоятки через храповой механизм передается винту большого диаметра, и он выдвигается из корпуса, при этом из него выдвигается другой винт, увеличивая высоту подъема.

Недостатки стоечно-винтовых домкратов: большие вес и начальная высота подъема, малая высота подъема (для одновинтовых).

6.1.3. Гидравлические домкраты

Грузоподъемность гидродомкратов в среднем составляет от 1 до 100 т (имеются модели до 1500 т).

Гидравлические домкраты различаются [38]:

По назначению:

- автомобильные;
- специальные – промышленные (для подъема тяжелых грузов до 500 т на значительную высоту, достигающую несколько метров).

По конструкции:

- одно- и двухплунжерные;
- бутылочные, подкатные, ромбические, клиновые и низкие (пресс-таблетки).

По типу привода:

- ручные периодического действия;
- электрические непрерывного действия.

Основные несущие элементы (рис. 6.3): корпус 2, выдвигаемый поршень (плунжер) 1 и рабочая жидкость (как правило, гидравлическое масло). Корпус является направляющим цилиндром для поршня и резервуаром для рабочей жидкости. В плунжер вворачивается винт с подъемной пятой, таким образом, выворачивая винт, можно при необходимости увеличить максимальную высоту подъема. Усиление от приводной рукоятки 4 передается через рычаг на нагнетательный поршневой насос 3. При движении вверх жидкость из резервуара подается в полость насоса, а при нажатии нагнетается в полость рабочего цилиндра, выдвигая плунжер. Обратному перетеканию жидкости препятствуют всасывающий и нагнетательный клапаны. Для опускания груза необходимо отвернуть запорную иглу, при этом жидкость вытесняется из полости насоса обратно в резервуар.

Гидравлические домкраты соединяют в себе достоинства винтовых и реечных.

Достоинства гидродомкратов: жесткость конструкции, хорошая устойчивость, компактность, плавность хода, точность торможения, небольшое усилие на приводной рукоятке, большая грузоподъемность, высокий КПД (0,75 – 0,8).

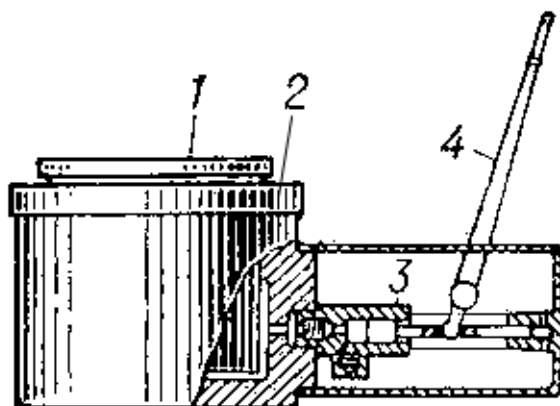


Рис. 6.3. Гидравлический домкрат периодического действия с ручным приводом: 1 – плунжер с подставкой для груза; 2 – корпус (цилиндр); 3 – поршневой насос; 4 – рукоятка

Недостатки гидродомкратов: большая масса и начальная высота подъема, малая скорость, сложное устройство, малый рабочий ход (для одноплунжерных), высокая стоимость, перевозка и хранение только в вертикальном положении, невозможно точно отрегулировать высоту опускания.

Гидравлический одноштоковый (одноплунжерный) домкрат бутылочного типа отличается простотой конструкции и удобством эксплуатации, что расширяет область его применения и позволяет эффективно выполнять работы любой сложности.

6.1.4. Пневматические домкраты

В пневматическом домкрате (рис. 6.4) в качестве рабочего тела используется воздух.

В пневмодомкратах применяется тот же принцип действия, что и в гидродомкратах – подъем груза за счет передачи давления на большую площадь. Воздух под давлением поступает в камеры, обра-



Рис. 6.4. Пневматический домкрат

зованные оболочками и стальными дисками. Последние взаимодействуют с опорной поверхностью и грузом. Каждая оболочка имеет складку, в которой установлено металлическое кольцо, создающее радиальную жесткость. Конструктивно пневматика – это либо те же насос и поршень в цилиндре, либо пневматическая подушка.

Чаще всего такие домкраты используют для аварийных и спасательных работ, а также на СТО. Понятно, что для работы такого домкрата как минимум необходим компрессор, а это дополнительное неудобство, которое нужно учитывать.

Грузоподъемность пневматического домкрата в среднем 2,5 – 4 т, которая определяется рабочим давлением в пневмоприводе и количеством пневмобаллонов.

Во избежание выхода из строя телескопического стабилизирующего устройства, находящегося внутри гофрированной камеры, нагрузку необходимо располагать строго по центру домкрата.

Достоинства пневмодомкратов: высокие силовые характеристики при плоской начальной форме, небольшие габариты при малой массе, многофункциональность, простота при малом времени подготовки к функционированию, эксплуатационная надежность, возможность использования в разных региональных зонах и воздействующих средах.

Главный *недостаток пневматических домкратов* – их высокая стоимость. На нее влияют относительная сложность конструкции, связанная в основном с герметизацией соединений, дорогостоящая технология изготовления герметичных оболочек и, наконец, небольшие промышленные партии выпуска. Также следует отметить, что пневмодомкрат нельзя использовать при заглушем двигателе и он небезопасен при сдувании.

6.2. Тали и тельферы

Тали и тельферы являются распространенными средствами механизации грузоподъемных работ на промышленных предприятиях, в складах и т.п. Тали бывают с ручным (цепным) приводом и электрические. Тельферы имеют электропривод и отличаются от талей наличием механизма передвижения вдоль ездовой балки, используются как подъемные механизмы кранов мостового типа или как самостоятельные грузоподъемные средства.

Таль представляет собой барабан с ручным приводом цепью или приводом от электродвигателя для намотки каната или цепи. Самоторможение при ручном приводе обеспечивается применением червячной передачи или храпового колеса. Таль подвешивается стационарно или перемещается вручную вдоль несущего рельса. Грузоподъемность ручных талей до 3 т.

Тельфер имеет электропривод и снабжен механизмом передвижения. Редуктор встраивается в барабан лебедки, на втором конце вала электродвигателя монтируется тормоз. Подъемный механизм снабжается устройством для ограничения высоты подъема крюковой обоймы. Тельфер подвешивается на роликах, перемещающихся по нижней полке двутавровой ездовой балки. Электропривод передвижения тормозом не оснащен. Управление тельфером осуществляется с ручного пульта. Грузоподъемность применяемых в России тельферов до 5 т.

6.3. Лебедки

Лебедки представляют собой машины, предназначенные для перемещения грузов с помощью каната. В конструкции большинства лебедок для хранения каната предусмотрено наличие барабана. Канатоемкость барабанов может составлять сотни метров. Лебедки, не имеющие двигателя, являются ручными, с двигателем – приводными (механическими).

По числу барабанов они бывают однобарабанными (абсолютное большинство) и двухбарабанными. По конструктивному устройству их подразделяют на реверсивные и фрикционные. У фрикционных лебедок предусмотрено отключение барабана от механизма привода, что позволяет опускать груз действием силы тяжести. Это используется при разрушении мерзлых грунтов клин-молотами, забрасывании ковша драглайна. Грузоподъемность лебедок до 12,5 т.

Малогабаритные планетарные электролебедки (рис. 6.5) используют в своей конструкции планетарный редуктор.

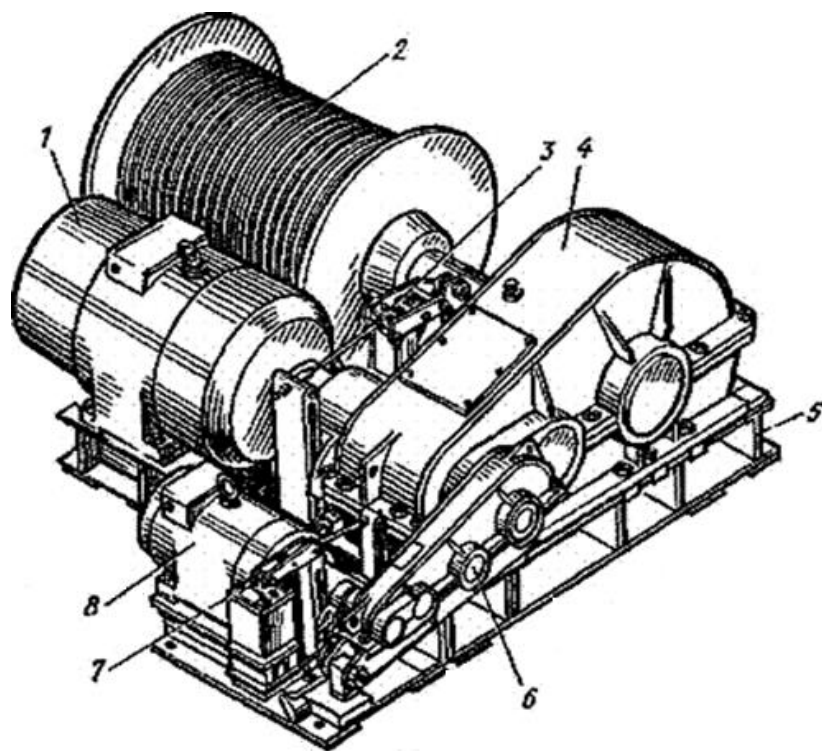


Рис. 6.5. Грузовая лебедка основного подъема крана СКГ-40А: 1, 8 – электродвигатели; 2 – барабан; 3, 7 – электромагнитные тормоза; 4, 6 – редукторы; 5 – рама редуктора

Планетарная передача позволяет получить большее значение мощности при небольших габаритах, поэтому главными достоин-

ствами таких лебедок считаются большая мощность, малый вес и компактность. Они оснащены пультом дистанционного управления и надежным электромагнитным тормозом. Малогабаритные лебедки способны работать от напряжения 220 В, тогда как промышленные планетарные лебедки работают только от 380 В.

Для подъема и перемещения более тяжелых грузов используются *полиспасты* – системы блоков и огибающего их каната, позволяющие получить многократный выигрыш в силе или скорости. Лебедки используются и как части более сложных машин-кранов, экскаваторов и т. п. Важным показателем считается канатоемкость барабана лебедки.

6.4. Строительные подъемники

Строительные подъемники представляют собой преимущественно стационарные устройства, предназначенные для подъема людей и грузов на этажи здания через оконные проемы или балконы, для фасадных работ, а также для подачи стеновых материалов при строительстве каркасных зданий. Они представляют собой мачту, крепящуюся к стене здания, по которой перемещается платформа с помощью канатов или зубчато-реечно-реечной передачи. Существуют подъемники, смонтированные на платформе, которые до определенной высоты могут не крепиться к стене здания. Устойчивость мачты обеспечивается в этом случае выносными опорами на платформе. Такие подъемники могут перемещаться вдоль здания и используются для фасадных работ. Ранее применялись так называемые шахтные подъемники, с помощью которых грузы подавались клетью, движущейся внутри шахты, прикрепленной к стене здания.

Мачты подъемников секционные, наращиваются по высоте по мере необходимости. У канатных подъемников рабочая площадка перемещается с помощью канатов, перекинутых через блоки головной части мачты, и лебедки, установленной у основания подъемника. У подъемников с зубчато-реечным приводом на мачте смонтирована зубчатая рейка. Площадка перемещается с помощью привода, состоящего из электродвигателя, тормоза, редуктора и приводной шестерни.

Подъемники снабжены устройствами безопасности (ловителями), останавливающими рабочую площадку при превышении скорости опускания.

Подъемники (вышки) применяются для фасадных работ, сооружения, ремонта и обслуживания линий электропередач и осветительных устройств и т. п. Различие между подъемниками и вышкой состоит в том, что подъемник может перемещать людей и грузы по вертикали и в горизонтальной плоскости, вышка – только по вертикали. Подъемники могут быть с коленчатой или телескопической стрелой, вышки имеют телескопическую стрелу, вертикально перемещающую рабочую площадку (люльку). Грузоподъемность подъемников колеблется от 100 до 500 кг. Максимальная высота подъема разными моделями подъемников и вышек составляет 6 – 70 м.

Автогидроподъемники предназначены для проведения строительно-монтажных и эксплуатационных работ в различных сферах производства, требующих подъема людей с материалами и инструментами на высоту.

Высота подъема автогидроподъемников – 12 – 30 м, наибольшая грузоподъемность 0,2 – 0,5 т, наибольший вылет рабочей площадки – 9 – 18,5 м [16].

Автогидроподъемники классифицируют по степени самоходности, по исполнению конструкции, виду рабочего оборудования, типу привода рабочих движений.

По степени самоходности: прицепные, самоходные на пневмоколесном (или автомобильном) ходу (рис. 6.6), гусеничные.

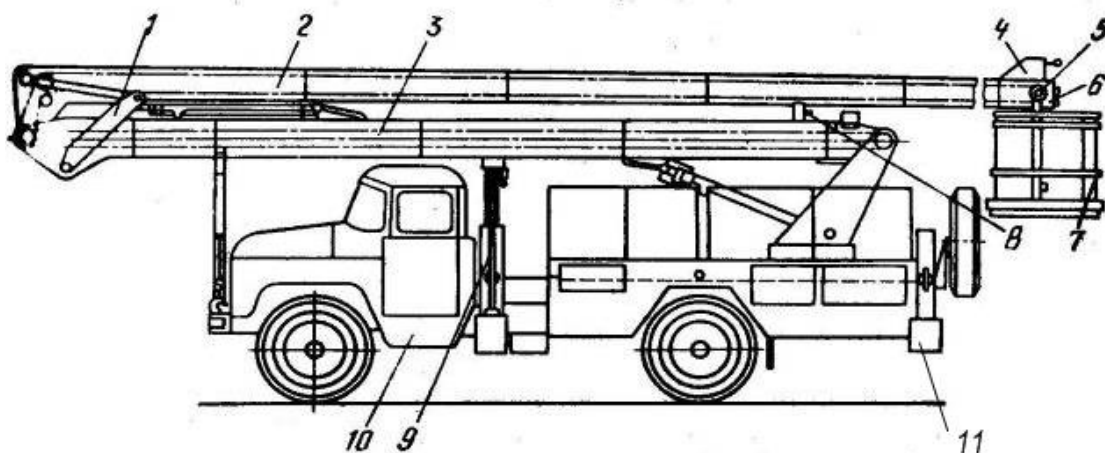


Рис. 6.6. Автогидроподъемник АГП-22: 1 – рычаги; 2, 3 – верхнее и нижнее колена; 4 – пульт управления; 5 – ось; 6 – золотник; 7 – люлька; 8 – упор; 9 – стойка; 10 – базовый автомобиль; 11 – выносные опоры

По исполнению конструкции автогидроподъемники бывают коленчатые с рабочей площадкой и специальные дооборудованные для противопожарных операций, устройства линий электропередачи, технического обслуживания и ремонта мостов.

По виду рабочего оборудования различают одно-, двух- и трехколенные автогидроподъемники.

По типу привода автогидроподъемники разделяют на гидравлические и по конструкции ходовой части подъемники (вышки) могут быть самоходными, установленными на собственной базе, на автомобиле, тракторе или железнодорожной дрезине, прицепными или передвижными. Привод рабочего органа – стрелы – может быть механическим (телескопические вышки ТВ-5, подъемники АП-17), электрическим (фасадные вышки) или гидравлическим (вышки ТВ-5Г, подъемники ВС-22, АПП-17). Большинство подъемников полноповоротные или неполноворотные, вышки же не имеют механизма поворота стрелы.

Конструктивно подъемники представляют собой платформу, установленную на транспортном средстве и снабженную винтовыми или гидравлическими выносными опорами. Силовая установка самоходных подъемников – двигатель базовой машины. На поворотной платформе смонтирована стрела. Коленчатая стрела состоит из одного, двух или трех складывающихся колен, управляемых гидроцилиндрами или канатной системой. В последнем случае на платформе установлена лебедка. Телескопические стрелы с гидравлическим или канатным приводом могут иметь несколько секций. На конце стрелы устанавливается люлька, обычно предназначенная для работы одного или двух человек. Люлька снабжена устройством, обеспечивающим постоянно горизонтальное положение ее пола.

Управление подъемником осуществляется с пульта на поворотной платформе, дублирующий пульт устанавливается в люльке. Поскольку подъемники предназначены для подъема людей, особое внимание обращается на безопасность их работы: на них устанавливают ограничители предельного груза и другие приборы безопасности.

Наряду с грузоподъемностью и высотой подъема люльки важными эксплуатационными характеристиками являются максимальный вылет и угол поворота поворотной части.

Лифты представляют собой устройства для подъема людей (пассажирские) или грузов (грузовые) в зданиях и сооружениях, а также на некоторых машинах, например, на высоких башенных кранах.

Наиболее распространена схема лифтов с лебедкой наверху. Кабина и противовес движутся по направляющим внутри лифтовой шахты, привод – системой канатов с бесконечной навивкой на барабане лебедки. Современные лифты имеют кнопочное управление и оснащены системой автоматики, позволяющей останавливать их в заданном месте. Для остановки лифта при превышении скорости опускания предусмотрены специальные устройства – ловители. Для смягчения удара противовеса и кабины в нижнем положении устанавливают буферные устройства на дне шахты. Они не задействуются при нормальной работе лифта.

Лифты имеют, как правило, электрический привод, но существуют лифты с гидравлическим приводом, например для подъема автомобилей в многоэтажных гаражах.

6.5. Краны

6.5.1. Стреловые краны

Стреловые краны отличаются многообразием назначения и конструкций и являются основным видом кранов, применяемых в строительстве. Из всей номенклатуры стреловых кранов наибольшее распространение в строительстве получили башенные и стреловые самоходные краны. Портальные краны применяются преимущественно в гидротехническом строительстве, железнодорожные – при строительстве и реконструкции мостов и верхнего строения пути железных дорог, а также при их электрификации для установки опор контактной сети. Краны-трубоукладчики применяются при строительстве магистральных трубопроводов.

Характерным отличием стреловых кранов от рассмотренных выше механизмов является требование обеспечения их грузовой устойчивости – соотношения удерживающего и опрокидывающего моментов при работе с грузом. Это отношение при проектировании кранов и определении их грузовых характеристик устанавливается нормативной документацией, для отечественных кранов минимальная величина этого отношения – 1,4.

Важнейшими эксплуатационными характеристиками стреловых кранов являются грузоподъемность, максимальная высота подъема крюка, максимальный вылет стрелы. Следует иметь в виду, что грузоподъемность крана существенным образом зависит от вылета стрелы и определяется при проектных работах по специальным диаграммам, на практике – по указателю грузоподъемности, установленному на стреле крана.

Стреловые самоходные краны

Являются основным видом мобильных кранов, используемых в строительстве как для погрузочно-разгрузочных, так и для монтажных работ. Промышленность России выпускает серийно краны грузоподъемностью до 100 т, за рубежом изготавливают краны грузоподъемностью до 1000 т и более.

Индексация стреловых самоходных кранов определена ГОСТом и в основном предприятиями-изготовителями выдерживается. Краны обозначаются буквами КС – кран стреловой и четырьмя цифрами, например КС-3574.

Первая цифра обозначает размерную группу по грузоподъемности крана, связанную с международными стандартами: 1 – 4; 2 – 6; 3 – 10; 4 – 16; 5 – 25; 6 – 40; 7 – 63; 8 – 100; 9 – более 100 т. Вместе с тем в ходе модификации кранов возникает потребность в промежуточных значениях грузоподъемности, поэтому первую цифру рассматривают как интервал от первоначальной цифры до последующей. Например, кран КС-3577 имеет грузоподъемность 14 т. Вторая цифра характеризует базу крана. Цифра 1 обозначает краны на гусеничном ходу, 2 – на уширенном гусеничном. Вместе с тем для гусеничных кранов эти обозначения не привились. Цифра 3 обозначает краны на пневмоколесном ходу, 4 – на спецшасси автомобильного типа, 5 – на базе автомобиля, 6 – на базе трактора, 7 – прицепные краны. Цифры 8 и 9 были оставлены в качестве резервных и используются для кранов на спецшасси и короткобазовых. Четвертая цифра – присвоенный номер модели крана. Возможно наличие на этом месте двух цифр, например у крана КС–35719. В конце может стоять и буквенный индекс, характеризующий модификацию крана, то есть совершенствование конструкции базовой модели без изменения ее основных параметров.

Например, кран КС-4561А отличается от крана КС-4561 наличием гидропривода выносных опор.

Могут быть индексы, характеризующие температурный режим эксплуатации крана. Обычным кранам в исполнении «У», предназначенным для работы в температурном интервале от +40 до –40 °С, этот индекс не присваивается. Третья цифра характеризует вид подвески стрелы. Краны с гибкой (канатной) подвеской обозначаются цифрой 6, с жесткой (гидравлической) подвеской – цифрой 7.

Краны в северном исполнении (до –60 °С) имеют индекс «ХЛ», в тропическом – до +60 °С – индекс «Т».

Гусеничные краны

В крановом парке строительства составляют около 10 %. Они используются в тех случаях, когда нужна большая грузоподъемность, перемещение на небольшие расстояния в пределах строительной площадки, точность в подаче груза, что характерно для монтажных работ. Отечественные гусеничные краны выпускаются грузоподъемностью 16 – 150 т. Краны имеют индексы МКГ – монтажный кран гусеничный, СКГ – строительный кран гусеничный, ДЭК – дизель-электрический кран. В строительных организациях много кранов марки РДК, выпускавшихся заводом «Цемаг-Цейс» в Германии. Цифра после индекса обозначает грузоподъемность крана в тоннах или килоньютонках, например МКГ-25, РДК-250 (рис. 6.7).

Базой гусеничного крана является ходовая рама с гусеничными тележками. На ней смонтировано опорно-поворотное устройство, на котором установлена поворотная платформа. На поворотной платформе смонтированы все основные механизмы крана – стреловая, грузовая и вспомогательная лебедки, силовая установка, механизм поворота крана, стрела и стойка стрелы, электрошкафы. Большинство кранов имеет дизель-электрический или электрический привод исполнительных органов. Дизельный двигатель с генератором устанавливаются в задней части поворотной платформы и одновременно служат противовесом. Кроме этого навешивается литой чугунный противовес. Дизель-электрические краны могут работать и от внешней сети.

Стрелы гусеничных кранов преимущественно решетчатые секционные, в обычном или башенном исполнении. За счет установки дополнительных секций стрелы могут достигать длины 50 – 70 м, с увеличением длины стрел грузоподъемность крана снижается. Стре-

лы часто снабжаются гуськом, на котором подвешивается крюковая обойма вспомогательного подъема. Головные блоки основного подъема устанавливают в верхнем конце стрелы. Скорости вспомогательного подъема существенно выше, чем у основного подъема. Некоторые краны имеют микроподъем с очень малой скоростью подъема груза, предназначенный для монтажных работ. При транспортировании кранов с объекта на объект стрелы демонтируют кроме корневой части, и перевозят отдельно. Безопасность работы крана обеспечивается наличием ограничителей грузоподъемности, высоты подъема крюка и угла наклона стрелы. Гусеничные краны с телескопической стрелой разработаны, но выпускаются в единичных экземплярах.

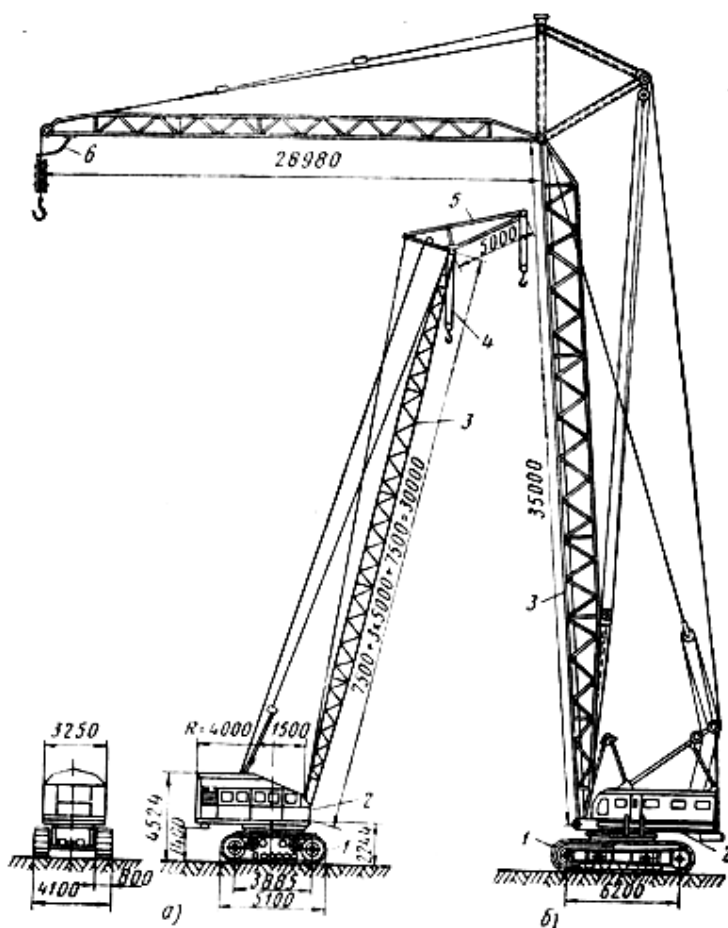


Рис. 6.7. Гусеничные краны: а – СКГ-25 со стрелой длиной 30 м; б – СКГ-100 (КС-8161) в башенно-стреловом исполнении; 1 – ходовая часть (гусеничные тележки); 2 – поворотная платформа; 3 – стрела; 4 – крючок главного подъема; 5 – гусек; 6 – ограничитель высоты подъема

Пневмоколесные и короткобазовые краны

Пневмоколесные краны составляют около 15 % парка стреловых самоходных кранов и выпускаются грузоподъемностью 16 – 100 т. Они так же, как и гусеничные, преимущественно используются на стройплощадках в тех случаях, когда предусматривается достаточно продолжительное нахождение крана на одном объекте. Конструкция собственно крановой части этих машин принципиально практически не отличается от описанной выше у гусеничных кранов, но кроме дизельэлектрических имеются и краны с механическим приводом и гидротрансформатором, например КС-4361А. Существенно отличается ходовая часть, которая может представлять собой пневмоколесную самоходную тележку или полуприцеп. Ходовая рама этих кранов опирается на два моста, один из которых с управляемыми колесами. Приводными могут быть или задний мост, или оба моста. У кранов с механическим приводом вращение на мосты передается карданными валами, у дизельэлектрических кранов привод от электродвигателей. Управление поворотом передних колес гидравлическое.

Ходовая рама оборудована гидравлическими выносными опорами (аутригерами). Аутригеры в рабочем положении обеспечивают горизонтальность установки поворотной платформы крана и увеличивают опорную базу машины.

В транспортное положение аутригеры могут откидываться вверх или вбок (вдоль рамы), а также втягиваться под раму. Управление краном в рабочем и транспортном положениях осуществляется из кабины крана. Полуприцепные краны имеют в качестве тягача одноосный тягач (кран МКТ-40) или пневмоколесный трактор (кран МКТТ-100). Управление краном в рабочем режиме осуществляется из кабины крана, в транспортном – из кабины тягача. Недостатком пневмоколесных кранов считается низкая транспортная скорость – до 30 км/ч. Поэтому при транспортировании на дальние расстояния краны, кроме полуприцепных, перевозятся на прицепе к автомобилю-тягачу. Стрела при этом демонтируется за исключением корневой части. В последние годы отечественной промышленностью они не выпускаются.

Вариантом пневмоколесных кранов можно считать короткобазовые краны, являющиеся промежуточными между пневмоколесными

кранами и кранами на спецшасси (рис. 6.8). Короткобазовые краны имеют укороченную ходовую раму с двумя приводными и управляемыми мостами с колесами большого диаметра, имеющими независимую подвеску. Краны могут иметь скорость по шоссе до 90 км/ч, конструкция ходовой части обеспечивает хорошую маневренность на стройплощадке и высокую проходимость, благодаря чему за рубежом эти краны получили название «внедорожных». Это краны гидравлические с телескопическими стрелами, управление выносными опорами полностью гидравлическое из кабины. Краны могут иметь одну или две силовые установки (на ходовой раме и на поворотной платформе) и одну или две кабины управления (в рабочем и транспортном режиме).

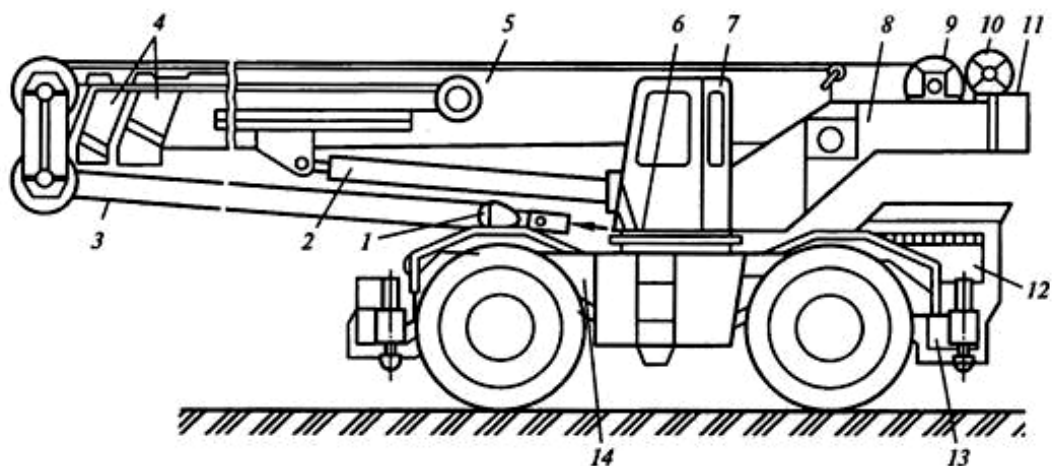


Рис. 6.8. Пневмоколесный кран на короткобазовом шасси: 1 – крюковая подвеска; 2 – гидроцилиндр; 3 – грузовой полиспаст; 4 – секции стрелы; 5 – стрела; 6 – опорно-поворотное устройство; 7 – кабина управления; 8 – поворотная рама; 9 – лебедка грузовая; 10 – вспомогательная лебедка; 11 – противовес; 12 – дизельная установка; 13 – выносные опоры; 14 – ходовая рама

Автомобильные краны

Это краны на базе серийных автомобилей и краны на базе спецшасси, то есть шасси, специально разработанного для монтажа кранов или других машин. Собственно автомобильные краны на шасси серийных автомобилей выпускают грузоподъемностью до 30 т (рис. 6.9).

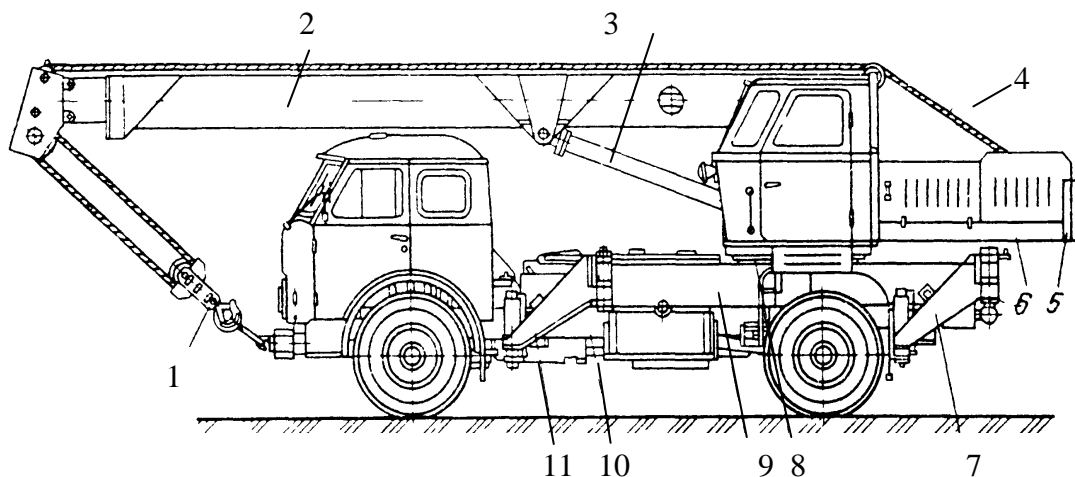


Рис. 6.9. Автомобильный кран с жесткой подвеской рабочего оборудования: 1 – крюковая подвеска; 2 – телескопическая стрела; 3 – цилиндр подъема стрелы; 4 – канат; 5 – противовес; 6 – поворотная рама; 7, 11 – выносные опоры; 8 – опорно-поворотное устройство; 9 – рама; 10 – ходовое устройство (шасси автомобиля)

Краны большей грузоподъемности имеют в качестве базы спецшасси (рис. 6.10) или усиленное шасси автомобиля.

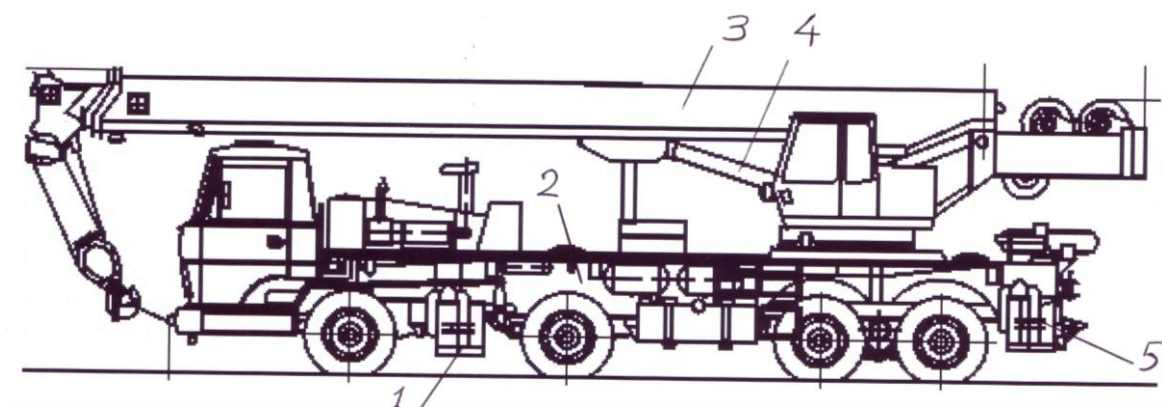


Рис. 6.10. Кран-шасси автомобильного типа: 1, 5 – выносные опоры; 2 – шасси; 3 – стрела, 4 – гидроцилиндр подъема-опускания стрелы

За рубежом краны на серийных автомобильных шасси практически не выпускают. По компоновке оборудования на поворотной платформе краны с канатной и гидравлической подвеской существенно различаются. У кранов с канатной подвеской стрела устанавливается в проушины в передней части поворотной платформы. Стреловая и грузовая лебедки монтируются в задней части платформы. Стрела поднимается и удерживается в поднятом положении канатами стре-

лового полиспаста с помощью двуногой стойки, через блок которой проходит и грузовой канат. Привод лебедок и механизма поворота может быть механическим, электрическим и гидравлическим. Краны с жесткой подвеской имеют телескопическую стрелу, состоящую из неподвижной корневой секции и выдвижных секций. Выдвижение секций производится с помощью расположенных внутри секций стрелы гидроцилиндров и канатной или цепной системы. Телескопическая стрела крепится к поворотной платформе в ее задней части. В передней части платформы устанавливаются один или два цилиндра подъема стрелы, соединенные шарнирно с корневой секцией в ее средней части. Грузовая лебедка и механизм поворота приводятся гидромоторами.

Силовой установкой автомобильных кранов служит двигатель автомобиля. От него у кранов с механическим приводом (КС-2561) вращение передается через коробку отбора мощности, карданные валы и редукторы к лебедкам и механизму поворота. У кранов с электрическим приводом (КС-4561А и др.) непосредственно за двигателем смонтирован генератор, приводимый через карданную или клиноременную передачу. У кранов с гидроприводом насосная станция монтируется на коробке отбора мощности. Выносные опоры на большинстве современных кранов имеют гидропривод, включающий две группы гидроцилиндров – перевода опоры из транспортного в рабочее положение и цилиндры непосредственно вывешивания крана.

Управление выносными опорами может осуществляться из кабины крана или распределителями в задней части ходовой рамы. На кранах имеются также стабилизаторы рессор, выключающие рессоры из работы в крановом режиме. Несмотря на то что заводы-изготовители указывают в паспорте грузоподъемность крана без выносных опор, работать без постановки крана на выносные опоры не рекомендуется, а на тяжелых кранах с телескопическими стрелами – запрещается.

Безопасность работы автомобильных кранов обеспечивается ограничителями грузоподъемности, высоты подъема крюка и угла наклона стрелы, креномером, сигнализаторами опасного напряжения и запретной зоны работы.

6.5.2. Башенные краны

Башенные краны нашли широкое применение в гражданском и промышленном строительстве и являются основным видом кранов при сооружении многоэтажных зданий. По назначению краны могут быть общестроительные, перегрузочные (краны-погрузчики) и монтажные.

Общестроительные краны используются преимущественно при строительстве зданий, перегрузочные – на стройдворах, складах, в лес-промхозах, монтажные – при строительстве промышленных объектов.

Грузоподъемность общестроительных кранов 3 – 25 т, перегрузочных – 5 – 10 т, монтажных – до 100 т и более. Индексация башенных кранов была установлена стандартом, но не выдерживается. Большин-

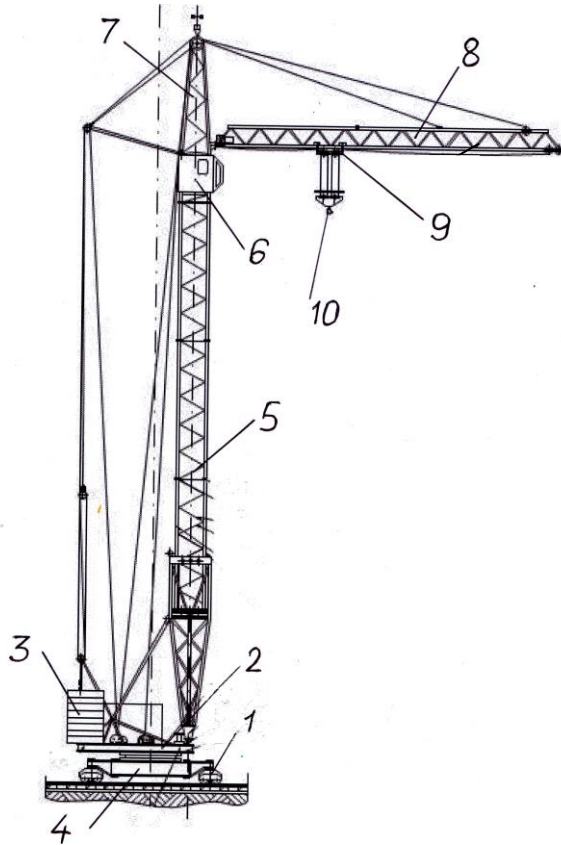


Рис. 6.11. Башенный кран: 1 – ходовое устройство; 2 – поворотная платформа; 3 – балласт; 4 – портал; 5 – башня; 6 – кабина крановщика; 7 – оголовок; 8 – стрела; 9 – каретка; 10 – крюк

ство кранов имеет индекс «КБ» с цифрой, обозначающей размерный ряд и модель. По конструкции башенные краны делятся на две основные группы: краны с неповоротной башней и краны с поворотной башней (рис. 6.11).

Краны с неповоротной башней – отечественные КБ-572, КБ-674, типа БКСМ. Французские «Потэн», немецкие «Либхерр» и другие могут быть передвижными, стационарными на фундаменте и приставными. Отечественные краны этого типа, кроме КБ-674, преимущественно используются для поручочно-разгрузочных работ на складах и предприятиях.

Передвижные краны этого типа имеют в качестве основания портал или плоскую раму с ходовыми тележками, опирающимися на наземный рельсовый путь. К

башни расположено поворотное устройство, на вращающейся части которого смонтированы стрела, консоль противовеса, оголовок и кабина крановщика. Эти краны имеют, как правило, горизонтальную тележечную стрелу, на корневой части которой располагается лебедка привода грузовой тележки. Грузовая лебедка находится на консоли противовеса. Стрела и консоль противовеса связаны жесткими тягами с оголовком крана. В качестве противовеса используются тарированные железобетонные блоки. Аналогичные блоки укладывают на портал или раму в качестве балласта.

Стационарные краны закрепляются на фундаменте с помощью анкерных болтов и могут не иметь рамы. Приставные краны до определенной высоты башни используются как передвижные, а затем при наращивании башни крепятся к стене здания.

Краны с поворотной башней (КБ-403, КБ-503 и др.) более характерны для отечественного краностроения и применяются преимущественно при строительстве зданий, отличаясь высокой мобильностью. Монтаж и демонтаж этих кранов не требуют применения тяжелых автомобильных кранов, транспортировка наиболее тяжелой части осуществляется в собранном виде на подкатных тележках на прицепе за автомобилем.

Основанием крана служит ходовая рама со смонтированным на ней опорно-поворотным устройством. К ходовой раме шарнирно крепятся четыре флюгера, опирающиеся на ходовые тележки. Верхняя обойма опорно-поворотного устройства крепится к поворотной платформе, на которой установлена нижняя объемлющая часть башни (опорный портал), с помощью которой производится наращивание секций башни и их подъем. На поворотной платформе размещены грузовая и стреловая лебедки, блоки противовеса и привод вращения башни. К верхней секции башни крепятся оголовок, стрела и кабина. Стрелы этих кранов могут быть горизонтальными с грузовой тележкой (тележечные) или с изменяемым углом наклона (маневровые). На некоторых кранах с тележечной стрелой (КБ-503) имеется возможность работы крана со стрелой, поднятой под углом 15 градусов для обеспечения монтажа элементов крыши здания.

Безопасность работы башенных кранов обеспечивается комплектом приборов безопасности, куда входят ограничитель грузоподъемности, анемометр (определитель скорости ветра, связанный с автоматическими устройствами отключения механизмов и включения сигнализации), ограничители передвижения крана и тележки или предельного угла наклона стрелы, высоты подъема крюка. В зависимости от конструкции графики их грузовых характеристик могут иметь различные конфигурации.

На базе списанных кранов с поворотной башней изготавливают краны нулевого цикла, у которых демонтируется башня, стрела устанавливается на поворотную платформу и имеет постоянный вылет. Такие краны не регистрируются в органах Госгортехнадзора, дешевле в эксплуатации, чем башенные, и обеспечивают работы по монтажу фундаментов и подготовительные работы на стройплощадке. Перед началом строительства этажей кран демонтируется и заменяется обычным башенным краном.

6.5.3. Плавающие краны

Плавающие краны строятся грузоподъемностью 16 – 2500 т. Краны малой грузоподъемности (до 50 т) применяются для погрузочно-разгрузочных работ в портах и на лесосплаве, при добыче песка и гравия, дноуглубительных работ, строительства причалов и молов. Краны большой грузоподъемности применяются на судостроительных заводах, для спасательных работ, замены пролетов мостов и др. Основа крана – самоходный или несамоходный понтон, на котором смонтированы силовая установка, лебедки, механизмы управления краном, а также устроены помещения для команды. Несамоходные краны перемещают буксирами или береговыми лебедками. Краны малой грузоподъемности могут иметь крюковое или грейферное оборудование, стрелы с переменным или постоянным вылетом, полноповоротные или неполноповоротные, полноповоротные с подвижным противовесом. Мощные краны обычно имеют неповоротную стрелу. Для обеспечения устойчивости крана в нерабочем состоянии и при подъеме груза применяется балласт, в качестве которого используется забортная вода, заливаемая в танки. Плавающие краны подведомственны морскому и речному регистрам.

6.5.4. Портальные краны

Портальные краны по назначению делятся на перегрузочные и монтажные. Перегрузочные краны имеют грузоподъемность 5 – 40 т и используются на погрузо-разгрузочных работах в портах и на промышленных предприятиях.

Монтажные краны имеют грузоподъемность 30 – 150 т, существенно меньшие рабочие скорости и применяются преимущественно на судостроительных и судоремонтных заводах. Основанием портальных кранов служит двухпутный портал, под которым у перегрузочных кранов проходит один или два железнодорожных пути, что позволяет осуществлять грузовые операции по схемам вагон – судно или вагон – склад. Портальные краны часто оборудуют грейферами для сыпучих грузов, захватами для леса или металлолома и др. Преимущество портальных кранов – возможность горизонтального перемещения груза при изменении вылета стрелы.

6.5.5. Краны мостового типа

Краны мостового типа делятся на мостовые, козловые и полукозловые. *Мостовые краны* являются самым распространенным видом кранов в промышленности. В строительстве их применяют на предприятиях стройиндустрии, в ремонтных цехах. Козловые краны используют на полигонах строительных конструкций, складах стройматериалов, в лесозаготовительных предприятиях, при строительстве станций метрополитена, сооружаемых открытым способом; полукозловые краны – для монтажных работ при строительстве промышленных предприятий. Мостовые краны перемещают по надземным крановым путям, смонтированным на подкрановых балках, являющихся частью каркаса здания или крановых эстакад. Мостовые краны состоят из одной или двух главных балок, соединенных с концевыми балками. Последние ходовыми колесами опираются на рельс или квадрат кранового пути. По главным балкам перемещаются грузоподъемные органы крана – грузовая тележка или тельфер. Мостовые краны имеют, как правило, электропривод. Однобалочные краны (кран-балки) имеют грузоподъемность до 10 т и используются как вспомогательные грузоподъемные средства. Управление этими кранами осуществляется преимущественно с пола. Грузоподъемный орган – тельфер

или таль – подвешивается на ездовой балке двутаврового сечения, которая крепится к главной балке крана. Главная балка коробчатого сечения или в виде фермы. Такие краны имеют электропривод передвижения моста, перемещение тали вручную, тельфера – с помощью электропривода или вручную.

Двухбалочные краны могут иметь грузоподъемность от 5 т и выше, в строительстве и на предприятиях стройиндустрии применяются краны грузоподъемностью 10 – 50 т (рис. 6.12). Такие краны могут использоваться для ремонта оборудования или погрузки конструкций, а также как технологические, например, на заводах железобетонных изделий. Концевые балки этих кранов коробчатого сечения, количество ходовых колес зависит от грузоподъемности крана и допускаемого давления на крановый рельс. Главные балки делаются коробчатого сечения с вваренными внутрь диафрагмами для обеспечения жесткости конструкции. На старых кранах можно встретить главные балки в виде фермы. Грузовая тележка со смонтированными на ней одной или двумя лебедками и механизмом передвижения перемещается по подтележечному пути на верхней поверхности балок. Вдоль балок идут две галереи, на одной из которых смонтирован привод передвижения моста крана, на второй – троллеи или кабель питания тележки. Управляются мостовые краны этого типа преимущественно из кабины. Электропитание крана осуществляется кабелем или от троллеев на противоположной кабине стене цеха.

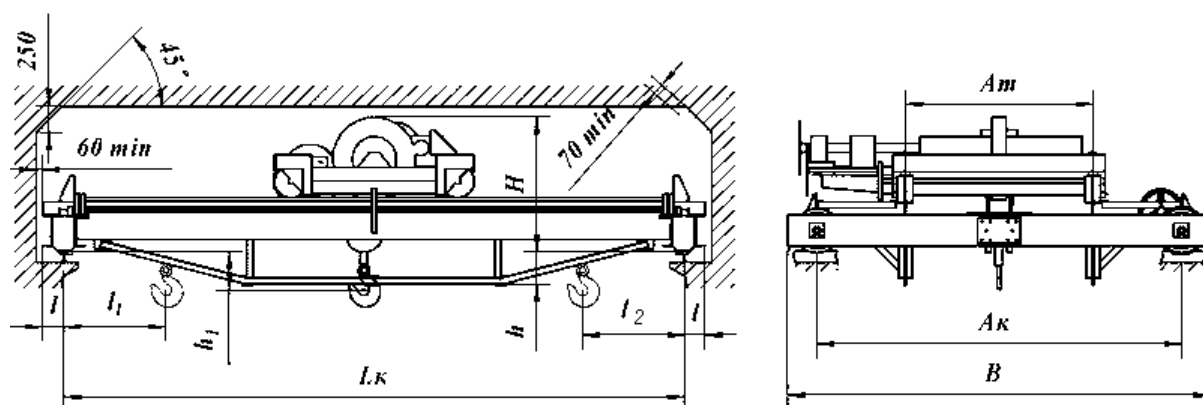


Рис. 6.12. Кран мостовой ручной двухбалочный опорный

Мостовые краны не имеют общепринятой индексации. Обычно указывается грузоподъемность основного и вспомогательного подъема, например КМ 30/5, может указываться номер проекта.

6.5.6. Козловые краны

Козловой кран – это кран пролетного типа, у которого мост устанавливается на опорные стойки, перемещающиеся по наземному крановому пути.

Козловые краны применяются на погрузочно-разгрузочных и складских работах, а также частично на монтажных.

Козловые краны общего назначения выпускают грузоподъемностью 5 – 50 т; специальные краны до 500 – 2000 т. Пролет кранов доходит до 140 м, высота подъема – до 80 м; скорость движения тележки – до 10 м/с.

Специальные краны, предназначенные для монтажа цементных печей, оснащаются двумя спаренными грузовыми тележками с четырьмя крюками грузоподъемностью по 50 т и двумя крюками вспомогательного подъема по 8 т. К этой группе козловых кранов относятся краны грузоподъемностью до 400 т для монтажа блоков АЭС. Козловые краны бывают *бесконсольными, двухконсольными и одноконсольными*.

В строительстве и на промышленных предприятиях используются также *полукозловые краны*. У них опорные стойки располагаются на разных уровнях, что позволяет устанавливать их на рельсовые пути, уложенные на разных отметках.

Металлическая конструкция моста может быть выполнена однобалочной или двухбалочной. Часто пролетное строение крана представляет собой пространственную решетчатую конструкцию, состоящую из двух связанных между собой ферм. Однобалочные мосты более характерны для кранов грузоподъемностью 5 – 10 т. В качестве грузовой тележки в этом случае используют электротали. Козловые краны большой грузоподъемности выполняют с двухбалочными мостами. Рельсы для перемещения тележек в этих кранах обычно устанавливают на верхней части главных балок. Опорные стойки козловых кранов могут быть одностоечными и двухстоечными.

По типу опирания моста краны могут быть с обеими жесткими или с одной жесткой и другой гибкой опорами (рис. 6.13). Наличие гибкой ноги устраняет опасность заклинивания ног при температурных расширениях моста или при изменении положения подкрановых путей вследствие деформации их основания.

В козловых кранах больших пролетов (более 30 м) и особенно в перегрузочных мостах одна из вертикальных ферм (опор) выполняется в виде пространственной, а вторая – плоской конструкции.

Каждая нога опирается на две перемещающиеся по рельсам подкрановых путей ходовые тележки.



Рис. 6.13. Козловые краны: с одной жесткой, а другой – гибкой опорами

Типы и основные параметры козловых кранов общего назначения грузоподъемностью 3,2 – 32 т регламентируются ГОСТ 7352-81.

Козловые краны изготовляют преимущественно крюковыми (реже грейферными, магнитными и со специальными захватами).

Легкие краны до 5 т включительно оснащаются электроталью, краны грузоподъемностью от 8 до 400 т и более оборудуются грузовой тележкой, перемещаемой по верхнему поясу ригеля. Грузовые тележки бывают самоходными или с канатным приводом. На козловых кранах с двухбалочными мостами применяют, как правило, грузовые тележки мостовых кранов. Грузовые тележки двухбалочных мостов могут иметь поворотную стрелу. Для монтажа крупных изделий применяют козловые краны с несколькими грузовыми тележками.

Управляют козловыми кранами с пола при скорости передвижения до 1 м/с или из кабины, которую крепят к раме грузовой тележки или к мосту крана у опоры.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие основные типы машин непрерывного транспорта применяются в складских работах?
2. Классификация одноковшовых погрузчиков.
3. Как называется основное грузозахватное оборудование автопогрузчиков?
4. Перечислить виды простых грузоподъемных машин.
5. Какие преимущества есть у гусеничных кранов?
6. Назвать краны, не имеющие стрелы.
7. Расшифровать индексацию стреловых самоходных кранов.
8. Какие краны имеют рельсоколесный ход?

Глава 7. ОТДЕЛОЧНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Отделочные работы подразделяются на фасадные и внутренние. К фасадным относятся работы по очистке фасадов, кровельные, штукатурные, облицовочные, лепные и малярные, а также вспомогательные работы по устройству строительных лесов, установке вышек, люлек, подъемников и др. К отделочным работам, проводимым внутри зданий, относятся штукатурные, лепные, облицовочные, малярные, обойные, работы по устройству полов и потолков, стекольные и вспомогательные работы по устройству подмостей.

7.1. Оборудование для штукатурных работ

Во время производства штукатурных работ удаляется старая штукатурка и насекается поверхность, готовится, транспортируется и наносится штукатурный раствор, который после нанесения затирается. Штукатурный раствор готовят на растворных узлах и доставляют на ремонтно-строительную площадку в готовом виде. При малом объеме штукатурных работ раствор готовят непосредственно на строительной площадке.

Для производства штукатурных работ применяют оборудование для транспортирования раствора и инструмент для оштукатуривания. Транспортируют раствор растворонасосами или растворонагнетателями, работающими под действием сжатого воздуха, по раствороводам, которые состоят из резиноканевых или металлических стояков и резиноканевых рукавов, имеющих быстросъемные соединения. Раствор к рабочему месту транспортируют кранами, подъемниками в простейших емкостях корытного типа или в бадьях.

На поверхность раствор наносят соплами или растворометами. Сопла для нанесения штукатурных растворов делятся на пневматические (компрессорные) и бескомпрессорные. В пневматических раствор подается и распыляется сжатым воздухом, который обеспечивает высокое качество работы. Бескомпрессорные сопла разбрызгивают раствор за счет давления раствора в растворороде. Они просты по конструкции, нанесение ими штукатурного раствора на поверхность зданий более экономично.

На рис. 7.1 приведены пневматические форсунки. Густой раствор наносят на обрабатываемую поверхность через сопла с кольцевой и центральной подачей воздуха. Форсунка с кольцевой подачей сжатого воздуха (рис. 7.1, б) состоит из кольцевой камеры, насадки, корпуса со шлангом подачи раствора, вентиля, регулирующего подачу сжатого воздуха, шланга со сжатым воздухом. Форсунка с центральной подачей воздуха (рис. 7.1, а) может применяться для нанесения растворов с добавкой гипса. Она состоит из шланга сжатого воздуха с вентилем регулирования подачи сжатого воздуха, центральной трубки и штуцера для шланга подачи раствора. Эта форсунка может быть использована для нанесения торкрет-штукатурных растворов. Трубопровод подает сухую смесь с воздухом, а трубка служит для подачи воды.

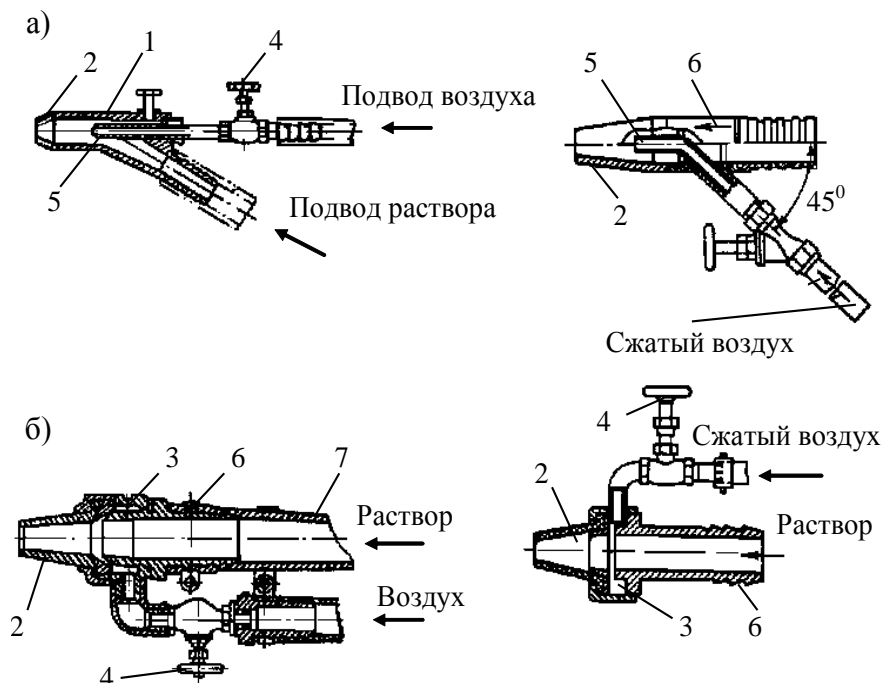


Рис. 7.1. Пневматические форсунки: а – форсунки с трубкой; б – форсунки с кольцевой камерой; 1 – корпус; 2 – насадка; 3 – камера кольцевая; 4 – вентиль; 5 – трубка; 6 – штуцер; 7 – трубопровод

Механическими форсунками наносят штукатурные растворы более жидкой консистенции. На рис. 7.2, а показано сопло, создающее плоский факел. Оно состоит из корпуса с резиновой диафрагмой (рис. 7.2, б). С другой стороны на корпус надет резиновый шланг, подающий раствор. Пройдя щелевое отверстие диафрагмы, раствор разбрызгивается и наносится на обрабатываемую поверхность в виде плоского веерообразного факела. Форсунки комплектуются сменными диафрагмами с прорезями различной длины или отверстиями (рис. 7.2, б). Для получения полого конусообразного факела используют конусный рассекатель (рис. 7.2, в), укрепленный на кронштейне перед соплом. Форсунки с соударяющимися струями (рис. 7.2, г) выполнены в виде изогнутых трубок с овальными отверстиями, которые формируют факел раствора.

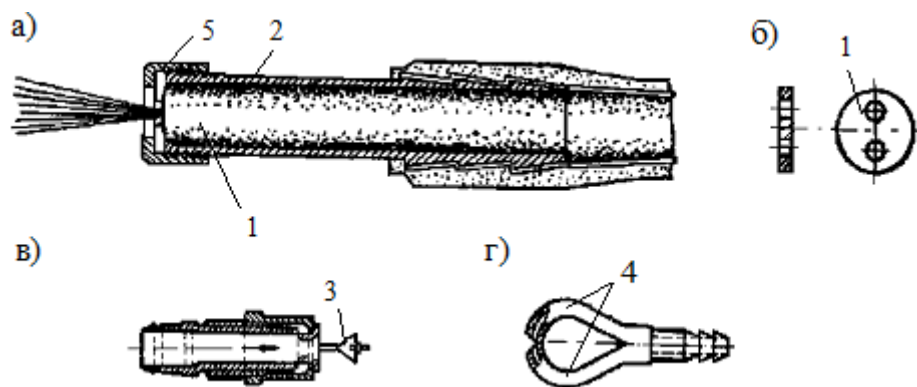


Рис. 7.2. Механическими форсунками: 1 – диафрагма; 2 – корпус; 3 – рассекатель; 4 – трубки; 5 – гайка

7.2. Оборудование для окрасочных работ

При выполнении окрасочных работ готовят шпаклевки, грунтовочные составы, краски, которые наносят на обрабатываемую поверхность. Заготавливают и приготавливают составы для малярных работ, как правило, в заготовительных цехах и колерных мастерских при помощи мело- и краскотерок, смесителей, насосов-эмульгаторов, акустических установок для приготовления эмульсий.

Для перетиравания краски используют одно-, двух-, трех- и многовальцовые краскотерки, которые перетирают краску между вальцом и неподвижным протирочным брусом (у одновальцовых) или между вальцами, вращающимися с разной скоростью. Тонкость помола перерабатываемой массы зависит от зазора между вальцами и состояния

их поверхности. Для перетиравания масляных и клеевых окрасочных составов, шпаклевок и меловой пасты широко применяют жерновые краскотерки, электроклееварки, вибросита и виброгрохоты и т. д. (рис. 7.3). Краскотерка имеет бункер и чугунные жернова, между которыми перетирается материал. Жернов вращается от электродвигателя при помощи редуктора, вертикального вала и эксцентрикового стакана. Для предварительного перемешивания составляющих материалов на стержне подвижного жернова установлена мешалка. Для выдачи материалов служит лоток. Имеются краскотерки с плоскими жерновами.

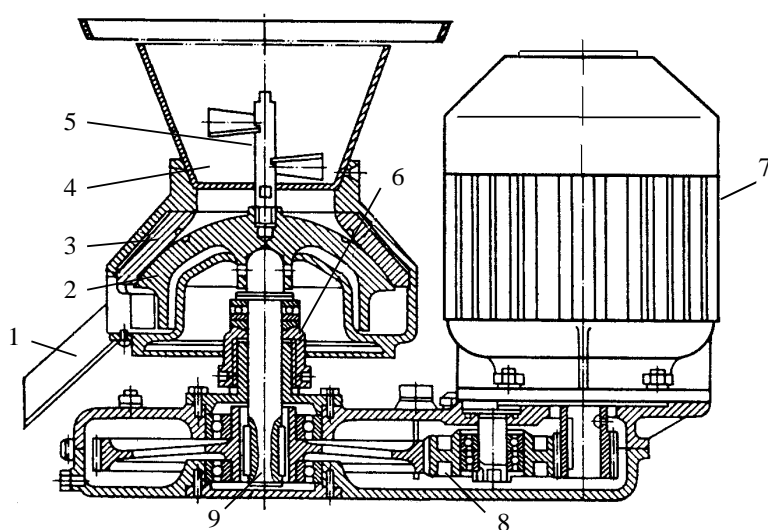


Рис. 7.3. Жерновая краскотерка: 1 – лоток; 2, 3 – жернова; 4 – бункер; 5 – стержень; 6 – стакан; 7 – электродвигатель; 8 – редуктор; 9 – вал вертикальный

Для приготовления шпаклевок, подмазочных паст и предварительного смешения пастообразных масляных красок используется двухвалковый смеситель. Он состоит из станины, на которой смонтирован смесительный бункер с двумя смесительными валами. Механизм привода состоит из электродвигателя, клиноременной передачи и двух пар зубчатых цилиндрических колес, закрытых кожухом. Смесительные валы имеют шнековые лопасти, которые с разной скоростью вместе свалами вращаются навстречу друг другу. Выгружают материал опрокидыванием бункера при помощи штурвала без остановки смесителя. Для процеживания готовых окрасочных составов перед употреблением применяют вибросито с приводом от электродвигателя.

Подготовка поверхности под окраску состоит из очистки, нанесения, разравнивания и шлифовки шпаклевки. Шпаклевку наносят на поверхность винтовыми насосами или нагнетательными установками. Нагнетательные установки, в которые входит устройство для транспортирования шпаклевки в окрасочные баки, представляют собой герметически закрытые сосуды. Из них малярные или шпаклевочные составы поступают под давлением воздуха по шлангам к распылителям.

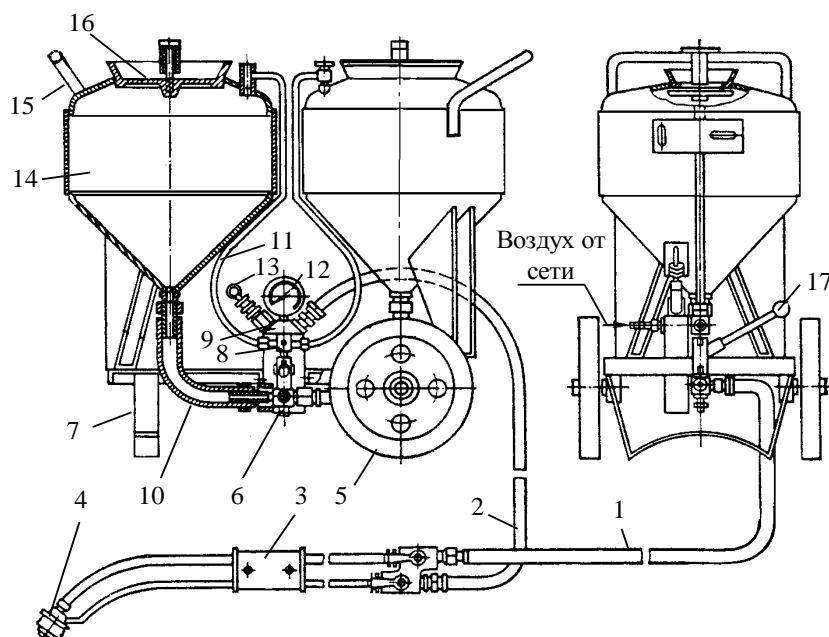


Рис. 7.4. Нагнетательная установка для шпаклевок и красок: 1, 2 – шланги; 3 – удочка; 4 – сопло; 5 – колеса; 6 – кран материальный; 7 – рама; 8 – кран воздушный; 9 – распределитель; 10 – шланг для шпаклевочного состава; 11 – воздухопровод; 12 – манометр; 13 – клапан; 14 – баки; 15 – ручка бака; 16 – крышка; 17 – ручка насоса

Установка (рис. 7.4) состоит из двух баков, смонтированных на общей раме, имеющей колеса. В верхней части каждого бака имеется горловина с крышкой для загрузки материалов. На раме установлен узел распределителя, включающий материальный и воздушный краны, манометр, предохранительный клапан. Сжатый воздух от компрессора поступает к распределителю, от которого по воздушному шлангу подается к удочке и по воздухопроводу в бак. Из бака под давлением сжатого воздуха шпаклевочный состав по шлангу через распределитель и материальный клапан и далее по шлангу поступает в сопло удочки. В сопле удочки шпаклевочный состав распыляется воздухом и наносится на поверхность. Распределитель и клапаны управляются рукояткой. Установка перемещается с помощью ручек.

Передвижные малярные станции предназначены для приготовления малярных составов из исходных материалов или из приготовленных централизованно полуфабрикатов и включают в себя оборудование, рассмотренное ранее. Для транспортирования окрасочных составов применяются ручные и механические насосы или красконагнетательные бачки, работающие под действием сжатого воздуха. Для нанесения окрасочных составов используется различный механизированный и ручной инструмент.

Механизированное нанесение выполняют с распылением краски на мелкие капли или без распыления. К инструментам первой группы относят распылители, а ко второй – механизированные валки и кисти. Краски вязкостью до 20 с по ВЗ-4 распыляют центробежными распылителями. Краска распыляется под действием сил инерции, возникающих при поступлении краски под давлением тангенциально в камеру. Распылитель (рис. 7.5) состоит из корпуса, сваренного из двух трубок, центробежной распылительной головки, удлинителя распылителя, затворного устройства и курка на рукоятке. Горизонтальная трубка корпуса имеет накидную гайку, которая наворачивается на штуцер распылительной головки. Последний позволяет увеличить длину распылителя до 635 мм, что дает возможность производить побелку или покраску потолков. На другом конце имеется резиновая диафрагма, которая посредством пружины, штока и крышки закрывает вход в горизонтальную трубу. Для того чтобы начать работу, нажимают на курок, перемещение которого передается штоку, сжимающему пружину.

Резиновая диафрагма отжимается вправо и краска из трубки рукоятки попадает в горизонтальную трубку корпуса. Величину открытия диафрагмы регулируют с помощью регулировочной гайки.

Пневматические распылители (рис. 7.6) используют для нанесения на поверхность вязких красок (клеевых, масляных, лаковых и т. п.). Распылитель состоит из корпуса с воздушным клапаном, распылительной головки с соплом и иглой, рукоятки и нажимной скобы. Специальное устройство позволяет регулировать расход краски, подающейся через штуцер. Распылитель оснащен сменными головками со щелевым и круглым отверстиями и имеет три сменных наконечника. Сменные головки позволяют получать факелы разных форм и размеров, что дает возможность выбрать наиболее рациональный из них для данной консистенции лакокрасочного материала, подающегося через верхнее отверстие из стакана.

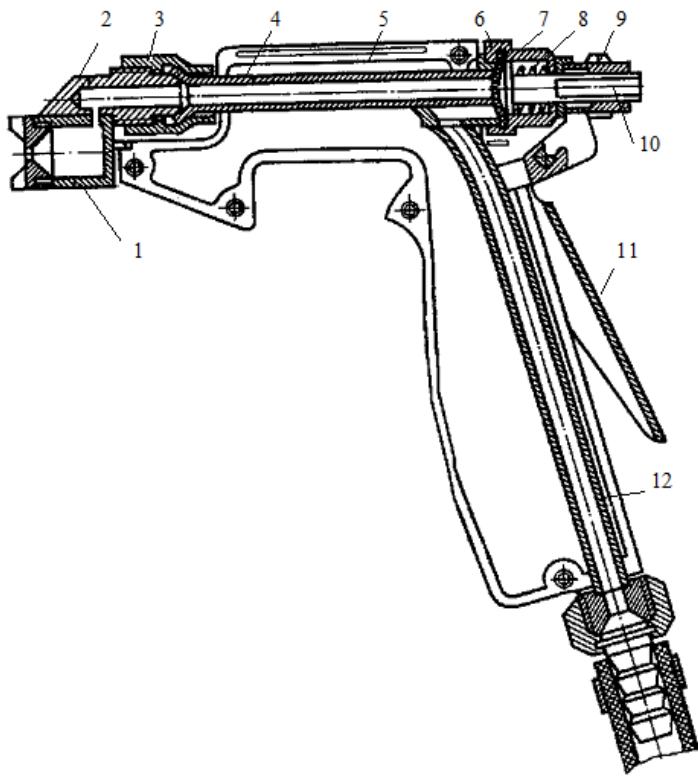


Рис. 7.5. Центробежный распылитель красок: 1 – головка; 2 – штуцер; 3 – гайка; 4 – трубка; 5 – корпус; 6 – крышка; 7 – диафрагма; 8 – пружина; 9 – регулировочная гайка; 10 – шток; 11 – курок; 12 – рукоятка

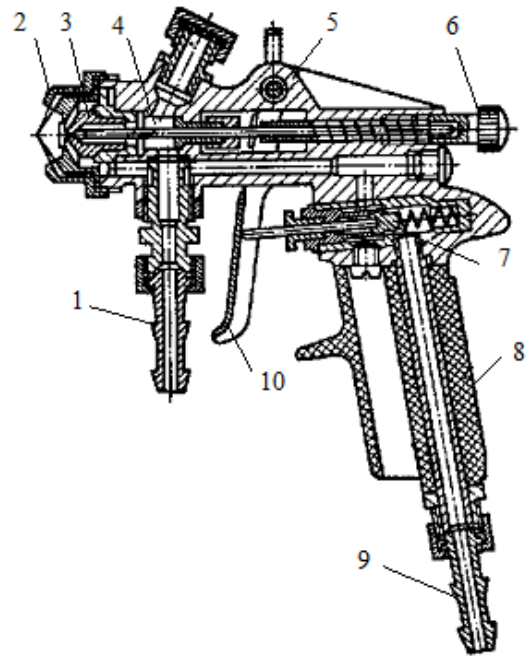


Рис. 7.6. Пневматический краскораспылитель с универсальной головкой: 1 – штуцер; 2 – головка распылительная; 3 – сопло; 4 – игла; 5 – корпус; 6 – регулятор; 7 – воздушный клапан; 8 – рукоятка; 9 – штуцер; 10 – нажимная скоба

Отличительной особенностью распылителя является большая производительность при использовании щелевых наконечников. Головка с круглым выходным отверстием может давать как круглый, так и плоский факел. Для этого она имеет дополнительные воздушные каналы, направленные на факел. Воздух, поданный в штуцер, выходит из каналов, сжимает факел, придавая ему плоскую форму. Для получения круглого отпечатка факела необходимо головку повернуть так, чтобы каналы оказались перекрытыми лапками штуцера. Распылитель включают нажатием на скобу, при этом вначале открывается воздушный клапан, а затем отверстие сопла.

Для создания давления, необходимого для транспортирования и нанесения красок вязкостью до 20 с по вискозиметру ВЗ-4, используют ручные и электрические краскопульты. *Ручной краскопульт* состоит из корпуса, внутри которого размещен плунжерный насос, основания с всасывающим и нагнетательным клапанами, всасывающего устройства с фильтром и напорного шланга с краном, удочки с центробежным распылителем. Окрасочный состав подается ручным насосом, развивающим давление 0,8 МПа. *Электрокраскопульты* состоят из электродвигателя, диафрагмового насоса, приемного, перепускного шлангов и удочки с центробежным распылителем.

Красконагнетательные баки представляют собой герметически закрытые сосуды, из которых малярные составы под давлением сжатого воздуха поступают по шлангам к распылителям. Красконагнетательный бак (рис. 7.7) состоит из корпуса, мешалки для перемешивания красок, сферической крышки с накидными креплениями, на которой смонтирована арматура бака.

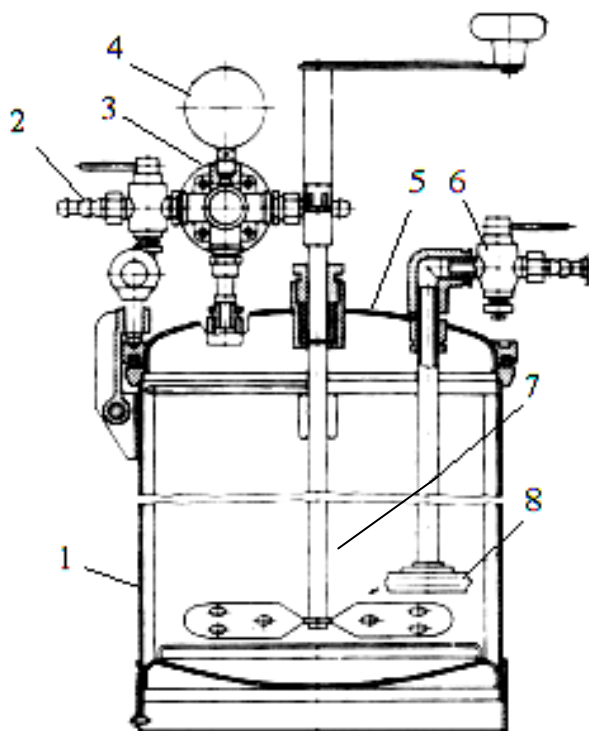


Рис. 7.7. Красконагнетательный бак:
 1 – корпус; 2 – нагнетающий штуцер;
 3 – редуктор; 4 – манометр; 5 –
 крышка; 6 – штуцер подачи смеси;
 7 – мешалка; 8 – фильтр

Пневматические распылители используют совместно с краско-нагнетательными баками и компрессорами, которые выпускаются в едином комплекте.

Штуцер крана служит для присоединения шланга подачи материала к распылителю через фильтр.

Сжатый воздух для распыления вязких красок получают при помощи компрессора с подачей воздуха $0,05 - 0,5 \text{ м}^3/\text{мин}$. Он подается в бак по штуцеру через специальный запорный кран и редуктор с контролем по манометру.

7.3. Мозаично-шлифовальные машины

Машины для заглаживания бетонных и мозаичных полов подразделяются на лопастные и дисковые (рис. 7.8). Лопастные предназначены для грубой (на меньших скоростях) и чистовой (на больших скоростях) зачистки поверхности до 3,3 об/с. Широкие стальные лопасти используются для затирки, узкие – для железнения. Машина состоит из затирочного диска, редукторного и ременного приводов и ходовой части.

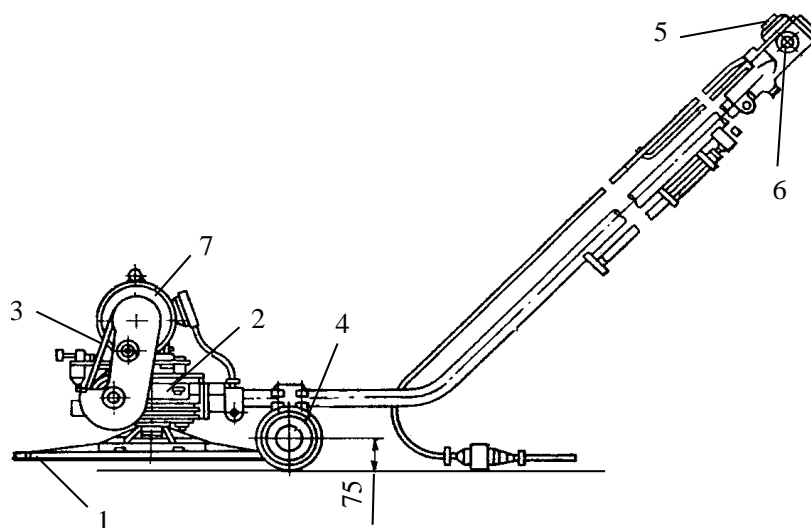


Рис. 7.8. Дисковая заглаживающая машина: 1 – диск; 2 – редуктор червячный; 3 – клиноременная передача; 4 – колеса ходовые; 5 – пускатель; 6 – рукоятка; 7 – электродвигатель

Шлифовальная машина (рис. 7.9) предназначена для шлифовки мозаичных полов. Рабочий орган выполнен в виде трехгранных абразивных камней, закрепленных в державках на планшайбах, которые через листовые амортизаторы из резины соединены с траверсами, получающими вращение посредством зубчатых колес (одноступенчатая передача) от электродвигателя.

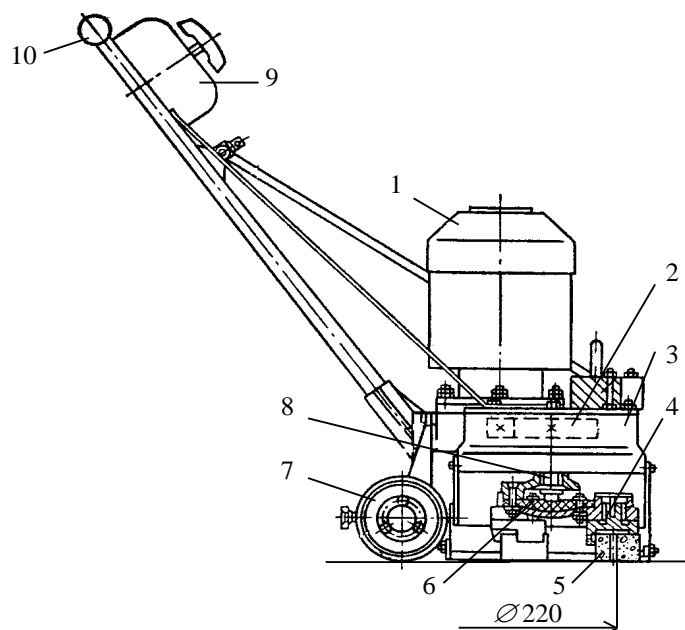


Рис. 7.9. Шлифовальная мозаичная машина:
 1 – электродвигатель; 2 – зубчатая передача;
 3 – корпус; 4 – державка с планшайбой; 5 – абразивный камень; 6 – амортизатор резиновый; 7 – колесо ходовое; 8 – ведомый вал; 9 – пускатель; 10 – рукоятка

При обработке значительных площадей рекомендуется агрегатировать несколько машин на базе трактора или электрокара. Шлифование осуществляется с охлаждением поверхности водой в зоне шлифования. Частота вращения рабочего органа достигает 12,5 об/с, а линейная скорость абразивных кругов до 20 м/с и зависит от их качества. При грубой обдирке скорости рабочего органа снижаются, а при шлифовании и полировании они повышаются.

Для прикатки линолеумных полотнищ на мастику применяют *вибркатки* (рис. 7.10). Ими же можно прикатывать и синтетические плитки, втапливать керамические и бетонные плитки в цементно-песочный раствор при устройстве плиточных полов. Производительность машины до 40 м²/ч.

Линолеум сваривают путем расплавления кромок полотнищ инфракрасным облучением с последующим заглаживанием зоны стыка. Это производится машинами и приборами инфракрасного излучения, оборудованными формирующими пластинами. Скорость сварки 40 – 70 м/ч.

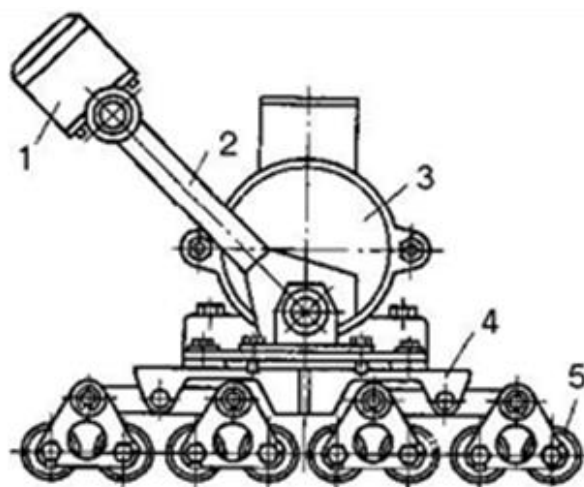


Рис. 7.10. Вибркаток для втапливания керамических плиток: 1 – переключатель; 2 – ручка управления; 3 – вибратор; 4 – плита; 5 – роликовые опоры

7.4. Машины для кровельных работ

Машины для кровельных работ в первую очередь предназначены при сооружении рулонных кровель.

Машина для удаления влаги с основания кровли отсасывает с поверхности частицы воды в водосборный бак с помощью воздушной дувки, создающей во всасывающем шланге разрежение. Собранная вода откачивается насосом по шлангу за пределы кровли.

Передвижная машина для сушки основания кровли и удаления наледи представляет собой ручную одноосную тележку с закрепленной на ней горелкой и топливным бачком. Скорость перемещения тележки зависит от просыхания под воздействием пламени горелки поверхности основания.

Мастика для наклейки рулонных материалов разогревается в стационарных или передвижных битумоварочных котлах, работающих на дизельном топливе. От стационарных котлов битумная мастика перевозится в специальных термосах, обеспечивающих поддержание жидкой фазы мастики в течение нескольких часов.

Мастику к месту укладки подают насосами, агрегатированными с электродвигателями и снабженными автоматической системой подогрева. Их производительность от 1,5 до 6,0 м³/ч.

Наклеивают рулонные полотнища с помощью газовых горелок, установленных на одноосных тележках; машин для раскатки и наклейки рулонных материалов, оборудованных устройствами по нанесению на ковер мастики и его прижатию к основанию. Имеются машины для наклейки рулонных материалов холодным способом (с помощью растворителей).

7.5. Оборудование для стекольных работ

Стекла нарезают на столе стекольщика. Он оборудован мерными линейками, стеклорезом, закрепленным на специальной вертикальной штанге, перемещающейся по горизонтально установленной направляющей. Благодаря этому обеспечивается параллельность и точность резов.

Для переноски стекол используются устройства с вакуумными присосками (вакуум-захваты, вакуум-траверсы).

При забивке шпилек в фальцы оконных переплетов при креплении стекол используют ручные шпилезабивочные машины. Они позволяют забивать до 500 шпилек в час. Для закрепления стекол применяют пневматические скобозабивные пистолеты, работающие с частотой ударов пять в секунду. Для доставки в фальцы переплетов замазки используют специальные *шприцы*.

Вопросы для самоконтроля

1. Какими машинами проводятся штукатурные работы?
2. Для чего применяются торкретные установки?
3. Какие машины используются при малярных работах?
4. Назвать оборудование для отделки полов.
5. Чем просушивается основание для кровли?

Глава 8. ДРОБИЛЬНО-ПОМОЛЬНОЕ И СОРТИРОВОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

8.1. Машины для грубого измельчения (дробления) материалов

Измельчение материалов широко используется при производстве строительных материалов. Процесс измельчения включен в большинство технологических схем, так как от величины поверхности твердых материалов зависит интенсивность многих химических процессов. Поэтому, чтобы повысить качество и выход конечного продукта, материалы измельчают. Конечная крупность получаемых при измельчении продуктов устанавливается исходя из требований технологии потребляющих производств. При дроблении применяют все виды измельчения, начиная от крупного, когда размер кусков достигает одного метра, и заканчивая микроскопическим, когда размер частиц составляет несколько микрон. Разнообразие типов и размеров измельчителей объясняется особенностями производств и многообразием их масштабов. В зависимости от крупности исходного сырья и требований к конечному продукту материал измельчают в один или в несколько приемов. Характер исходного сырья и требуемая степень измельчения определяют число ступеней измельчения и типы применяемого оборудования.

В различных производствах удельный объем процесса измельчения неодинаков. Однако там, где переработке подвергается твердое минеральное сырье, а также когда выпускаемый продукт поставляется в виде порошков или пудры, измельчение твердого материала является звеном технологической схемы. Измельчением называется процесс уменьшения размеров кусков (зерен) материала путем разрушения их под действием внешних сил, преодолевающих внутренние силы сцепления, которые связывают между собой частицы твердого вещества. Условно принято считать, что дробление – это измельчение кусков от 1 м в поперечнике до 10 – 20 мм, а размол – измельчение частиц до размера менее 5 мм. Использование твердых материалов, измельченных на куски (путем дробления) или в порошок (путем размола), позволяет значительно ускорить такие процессы, как обжиг, химическое взаимодействие, которые протекают тем быстрее, чем больше общая поверхность частиц твердого вещества. Обычно измельчают твердые топлива, сырье, полуфабрикаты и готовые

продукты. Все твердые вещества грубо можно подразделить на две группы: хрупкие и пластичные. При разрушении хрупких материалов энергия расходуется на упругую деформацию, выделение тепла и в значительной степени на преодоление сил сцепления в самом материале. При измельчении пластичных материалов большую часть энергии поглощает пластическая деформация материала. В процессе разрушения при многократном нагружении твердых тел происходит понижение их механической прочности.

Под действием внешних деформирующих усилий в толще тела образуются трещины, началом которых обычно служат естественные дефекты тела. Когда внешняя нагрузка превышает пределы упругости, тело разрушается с образованием новой поверхности. Крупность получаемых при этом продуктов устанавливается исходя из требований технологии потребляющих производств.

Процесс измельчения характеризуют степенью измельчения i , то есть отношением размеров кусков или зерен исходного материала перед измельчением к размеру кусков или зерен полученного продукта. Таким образом, степень измельчения показывает, во сколько раз уменьшился размер кусков или зерен материала при дроблении или размоле. От степени измельчения зависят расход энергии и производительность дробилок и мельниц. Чаще всего степень измельчения определяют как отношение размеров максимальных по крупности кусков материала до и после измельчения: $i = d_n/d_k$, где d_n – диаметр максимального куска материала до измельчения, мм; d_k – диаметр максимального куска материала после измельчения, мм.

Куски исходного материала и куски или зерна, получаемые в результате измельчения, не имеют правильной (симметричной) формы. Поэтому на практике размеры кусков (d_n и d_k) определяют размером отверстий сит, через которые просеивают сыпучий материал, то есть с помощью ситового анализа. Тогда степень измельчения вычисляется как отношение диаметров предельных отверстий сит для просеивания исходного (начального) материала и измельченного (конечного) продукта. Форма отверстий сита при этом должна быть одинаковой, так как она влияет на результат просеивания.

Если грохочение материала до и после измельчения не производилось, то степень измельчения иногда вычисляют приближенно по формуле $i = 0,85B/S$, где B – ширина загрузочного отверстия дробилки, мм; S – ширина разгрузочной щели дробилки, мм.

Величину 0,85 называют эффективной шириной загрузочного отверстия. Принято, что размер максимального куска материала, поступающего в дробилку, на 15 % меньше ширины загрузочного отверстия, а размер максимального куска в дробленом продукте равен ширине разгрузочной щели.

Способ измельчения зависит от природы силы, разрушающей куски перерабатываемого материала. Измельчение производят раздавливанием, раскалыванием, истиранием и ударом (рис. 8.1) или комбинированием этих способов.

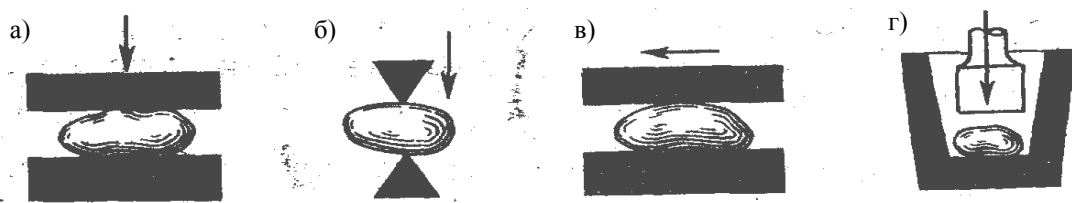


Рис. 8.1. Основные способы измельчения: а – раздавливание; б – раскалывание; в – истирание; г – удар

Обычно в условиях непрерывного процесса вследствие случайного характера размещения кусков в рабочем пространстве дробильной машины измельчение происходит под действием всех или только некоторых способов механического воздействия, но главную роль играет тот способ, для осуществления которого сконструирована данная машина.

Способ измельчения выбирается в зависимости от прочностных (физико-механических) свойств материала и исходной крупности его кусков. Так, например, раздавливание и удар применяют главным образом при крупном и среднем измельчении, а истирание – при тонком.

По пределу прочности при раздавливании материалы условно можно разделить на следующие группы:

	σ , кгс/см ²	σ , МН/м ²
твердые материалы (гранит, диабаз и др.);	> 500	≤ 500
материалы средней твердости (известняк, каменная соль, антрацит и др.);	100 – 500	10 – 50
мягкие материалы (уголь, глина и др.).	< 100	< 10

В зависимости от физико-механических свойств материалов обычно выбирают следующие способы измельчения:

- 1) твердый и хрупкий материал – раздавливание, удар;
- 2) твердый и вязкий материал – раздавливание;
- 3) хрупкий средней твердости материал – удар, раскалывание и истирание;
- 4) вязкий средней твердости материал – истирание или истирание и удар.

При выборе метода измельчения необходимо учитывать и такие свойства материала, как, например, склонность к комкованию, влажность и т. д.

8.1.1. Классификация машин для измельчения

Измельчение производят в одну или несколько стадий. Каждая машина в зависимости от устройства может обеспечивать ограниченную степень измельчения, которая колеблется от $i = 3 - 6$ для щековых дробилок до $i \geq 100$ для мельниц. При необходимости достижения высоких степеней измельчения этот процесс проводят в несколько стадий, используя последовательно соединенные дробильно-размольные машины, так как за один прием (на одной машине) не удастся получить куски заданной конечной крупности.

В зависимости от начального и конечного размера наибольших кусков условно различают следующие виды дробления (табл. 8.1).

Таблица 8.1

Виды дробления

Дробление	d_n , мм	d_k , мм
Крупное	1500 – 150	250 – 40
Среднее	250 – 40	40 – 6
Мелкое	25 – 3	6 – 1
Размол:		
тонкий	10 – 1	1 – 0,075
сверхтонкий	12 – 0,1	0,075 – 0,0001

Крупное и среднее дробление производят, как правило, сухим способом, мелкое дробление и размол – сухим и мокрым способами (обычно в водной среде). При мокром измельчении уменьшается пылеобразование и частицы получаемого продукта имеют более равно-

мерную крупность (кроме того, облегчается выгрузка материала из машины). При выборе типа и размера измельчающей машины для обработки того или иного материала необходимо знать, какую крупность должны иметь частицы конечного продукта и каким способом измельчения можно достигнуть этого результата. Все измельчающие машины можно классифицировать по степени измельчения и характеру измельчающих усилий.

На практике часто используется классификация измельчителей только по крупности получаемых частиц, то есть по необходимой конечной крупности частиц определяется степень измельчения и затем из группы выбирается наиболее подходящая для данного случая измельчающая машина.

Согласно этой классификации все машины для измельчения подразделяют на три группы:

- 1) для крупного дробления;
- 2) для среднего и мелкого дробления;
- 3) для тонкого и сверхтонкого измельчения (помола). Недостатком такой классификации является отсутствие указания на способ измельчения, лежащий в основе работы измельчителя.

Машины для измельчения делят на дробилки и мельницы. Обычно мельницами называют машины для тонкого и сверхтонкого измельчения, дробилками – машины для крупного, среднего и мелкого дробления, но такое деление весьма условно. В некоторых случаях одна и та же измельчающая машина может иметь разные наименования в зависимости от крупности получаемого на ней продукта. Например, ударно-центробежная мельница с молотками, дающая мелкокусковой продукт, будет называться молотковой дробилкой, когда же она дает тонкодисперсную пыль – молотковой мельницей.

8.1.2. Устройство и принцип действия щековых, конусных валковых и молотковых дробилок

Способ дробления зависит от свойств измельчаемого материала. Эти свойства определяют выбор оборудования, в котором под действием внешних сил куски материала разрушаются на части.

Измельчители раскалывающего и разламывающего действия оказались особенно эффективными при крупном и среднем дроблении. К машинам, работающим по этому принципу, относятся щековые, конусные и зубовалковые дробилки.

В щековых дробилках разрушение материала происходит в пространстве между двумя щеками при их сближении. Для этого делают одну или обе щеки подвижными (качающимися). В конусных дробилках материал измельчается между подвижным конусом и неподвижной обрамляющей частью машины. Валковые машины имеют один, два или несколько вращающихся навстречу друг другу валков, между которыми и измельчаются захватываемые куски материала. В машинах ударного действия материал разрушается в результате ударов по нему молотков или бил, посаженных на быстровращающийся ротор, а также за счет ударов кусков о стенки камеры и о другие куски.

Как щековые, так и конусные дробилки могут перерабатывать очень прочные материалы и осуществлять крупное и среднее, а некоторые конусные машины и мелкое дробление. Область применения дробилок ударного действия ограничивается переработкой материалов малой и средней прочности. Валковые дробильные машины используются в основном для мелкого дробления. При этом гладкими валками можно измельчать как слабые (мягкие), так и прочные материалы, а зубчатыми – только мягкие (уголь, мел и т. п.).

В валковых машинах достигается степень измельчения материала $i = 3 - 6$ (для зубчатых валков $i = 5 - 10$), в щековых и конусных дробилках $i = 4 - 8$. В дробильных машинах ударного действия степень измельчения в три-четыре раза выше, чем в щековых и конусных.

Щековые дробилки

Щековые дробилки являются машинами непрерывного действия и применяются в основном для крупного дробления. Рабочая часть этих машин (рис. 8.2) состоит из двух дробящих ребристых плит-щеки, расположенных под углом ($20 - 25^\circ$). Одна из щеки – неподвижная. Материал поступает сверху и измельчается путем периодического раздавливания между неподвижной и подвижной щеками. Разрушение материала происходит в основном вследствие раздавливания их подвижной качающейся щекой. Продукт дробления свободно выпадает через нижнюю выпускную щель между щеками.

Щековые дробилки можно классифицировать по следующим основным признакам:

1) по характеру подвеса подвижной щеки – с верхним (рис. 8.2, а, в и г) и нижним подвесом (рис. 8.2, б);

2) по характеру движения подвижной щеки – с простым (рис. 8.2, а, б и г) и сложным (рис. 8.2, в) движением;

3) по конструкции механизма, передающего движение подвижной щеке, – с шарнирно-рычажным механизмом (рис. 8.2, а) и с роликовым или эксцентриковым механизмом (рис. 8.2, в и г).

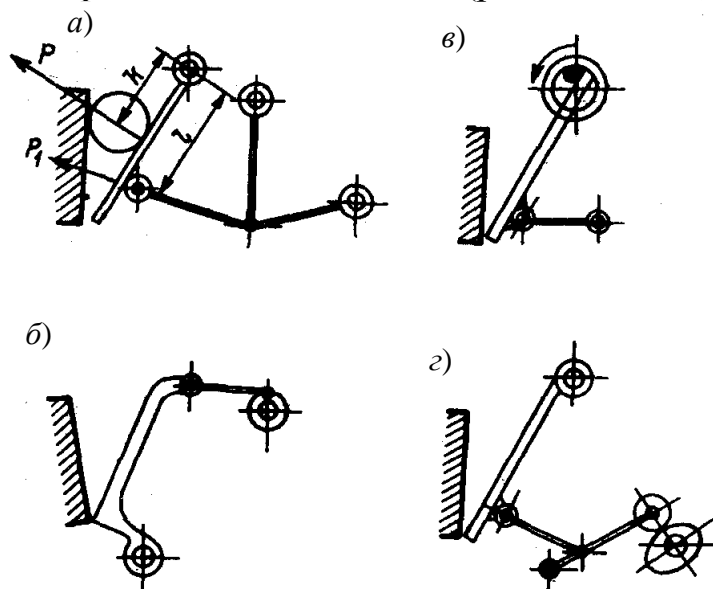


Рис. 8.2. Схемы щековых дробилок

В дробилках с верхним подвесом подвижной щеки (рис. 8.2, а) вследствие нижнего приложения силы P_1 образуется рычаг и получается выигрыш в силе P . По закону рычага $P = \frac{P_1 l}{k}$, где k и l – плечи рычага.

Наибольшее усилие создается в верхней части щек, где дробятся крупные куски. Это облегчает работу дробилки и уменьшает нагрузку на приводной эксцентриковый вал. Дробилки с верхним подвесом подвижной щеки дают неравномерный продукт измельчения. В дробилках с нижним подвесом щеки (рис. 8.2, б) достигается более равномерный продукт, но выигрыша в силе не получается, дробление происходит с приложением больших усилий. Щека дробилок с простым движением качается вокруг неподвижной оси, и все точки щеки описывают дуги окружности. В дробилках же со сложным движением щека качается вокруг оси, которая, в свою очередь, тоже движется. Каждая точка подвижной щеки описывает замкнутую эллипсовидную кривую. Подвижная щека, приближаясь к неподвижной, одновременно перемещается вдоль нее, благодаря чему материал не только раздавливается, но и истирается.

Наиболее распространены щековые дробилки с верхней осью подвеса подвижной щеки (рис. 8.3). На массивной чугунной станине 12 закреплены неподвижная щека 1 и ось 4, на которой подвешена подвижная щека 3. Обе щеки снабжены съемными плитами-челюстями 2 из чугуна, если дробится мягкий или хрупкий материал, и из хромистой или марганцовистой стали, если обработке подвергается твердый материал, имеющий $R > 1000 \text{ кг/см}^2$. Рабочая поверхность челюстей делается рифленой. Рифления представляют собой клинообразные двугранные ребра. Боковые стенки дробилки также защищены съемными плитами. Вместе с щеками эти плиты образуют клиновидную рабочую часть, называемую зевом дробилки. На главном валу 5 дробилки установлен эксцентрик 6, вращающийся в подшипниках 9, закрепленных на станине. Эксцентрик вызывает вертикальное движение шатуна 10, шарнирно связанного с подвижной щекой и клинообразным ползуном 14 посредством распорных плит 16, и сообщает щеке 3 колебательное движение.

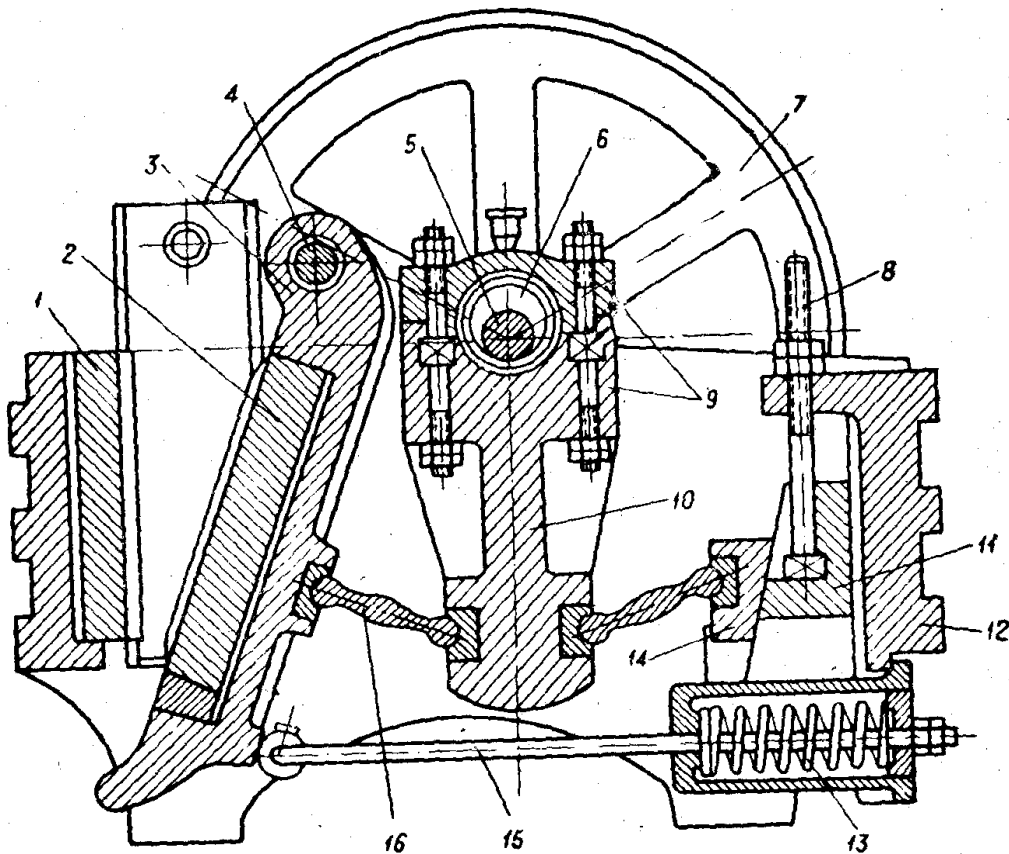


Рис. 8.3. Щековая дробилка, с простым движением щеки: 1 – неподвижная щека; 2 – съемная плита; 3 – подвижная щека; 4 – ось; 5 – вал; 6 – эксцентрик; 7 – маховое колесо; 8 – винт; 9 – подшипники; 10 – шатун; 11 – подвижный ползун; 12 – станина; 13 – пружина; 14 – ползун; 15 – тяга; 16 – распорная плита

Ширина разгрузочной щели (крупности дробления) изменяется с помощью подвижного клинообразного ползуна 11, передвигаемого винтом 8.

Соединение распорных плит и обратное движение подвижной щеки обеспечивается с помощью тяги 15, снабженной пружиной 13.

Для полного использования мощности привода в период возвратного движения щеки (холостого хода) и уменьшения пиковых нагрузок на электродвигатель, вызванных попаданием крупных или твердых кусков, на валу дробилки закреплены два массивных маховика 7. Привод обычно осуществляется через ременную передачу, причем шкивом для нее служит один из маховиков. Для предохранения рабочих частей дробилки от поломки при случайном попадании в нее кусков металла одну из распорных плит изготавливают из двух частей. Обе части соединяют заклепками или болтами, которые срезаются при определенной нагрузке, превышающей допустимую, и могут быть легко заменены новыми. Иногда предохранительной деталью служит собственно распорная плита, сечение которой рассчитывается с уменьшенным запасом прочности.

Достоинства щековых дробилок: простота и надежность конструкции, широкая область применения (в том числе для дробления крупнокусковых материалов большой твердости), компактность и легкость обслуживания. Из недостатков можно отметить периодический характер воздействия на материал (только при сближении щек) и неполную уравновешенность движущихся масс. Последнее обстоятельство является причиной шума, ударов и сотрясений здания, где работают дробилки. Поэтому их устанавливают на тяжелых фундаментах. Ширина и длина загрузочного отверстия приводятся в обозначении марки щековой дробилки. Например, дробилка ЩС60×90 имеет загрузочное отверстие 600×900 мм. В химической промышленности наиболее распространены щековые дробилки с размерами загрузочного отверстия от 400×230 до 2100×1500 мм (табл. 8.2).

К числу основных характеристик работы щековых дробилок относятся также: угол между щеками, называемый углом захвата; оптимальная скорость; производительность; расход энергии.

Таблица 8.2

Щековые дробилки

Показатель	СМД-508	СМД-116А	СМД-108А	СМД-109А	СМД-110А	СМД-111	СМД-118	СМД-117
Размеры приемного отверстия, мм								
Длина	160	250	250	400	600	900	1200	1500
Ширина	250	400	900	900	900	1200	1500	2100
Характер движения подвижной щеки	Сложное					Простое		
Крупность исходного материала не более, мм	130	210	210	340	500	750	1000	1300
Ширина разгрузочной щели, мм	15 – 45	20 – 80	20 – 55	40 – 90	75 – 140	95 – 165	110 – 190	135 – 225
Производительность, м ³	3,3	7,8	22	20 – 45	62	180	310	600
Мощность привода, кВт	7,5	18,5	40	45	75	90	160	250
Габаритные размеры, мм								
Длина	900	1330	1700	2100	2700	5000	6400	7500
Ширина	1100	1250	2300	2300	2500	6000	6800	7000
Высота	1100	1440	1700	2000	2600	4000	5000	6000
Масса, т	1,6	2,8	8,4	11	20	55	145	202

Конусные дробилки

По назначению конусные дробилки разделяются на машины для крупного, среднего и мелкого дробления. В конусных дробилках (рис. 8.4 и 8.5) материал дробится в кольцевом пространстве, образованном наружной неподвижной конической чашей (верхней частью станины дробилки) и расположенным внутри этой чаши подвижным дробящим конусом 2, насаженным на вал 3. У дробилок для крупного дробления вал 3 подвешивается к верхней траверсе, а у дробилок для среднего и мелкого дробления имеется сферический подпятник 9, на который опирается дробящий конус, жестко закрепленный на валу 3 (дробилки с та-

ким подвесом вала иногда называют дробилками с консольным валом). Принцип действия всех конусных дробилок одинаков.

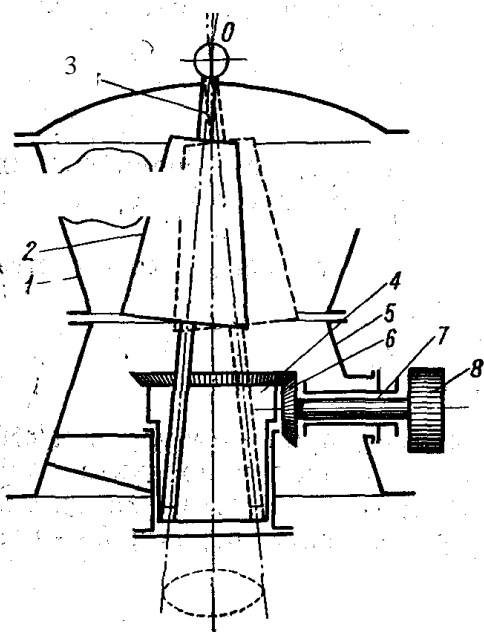


Рис. 8.4. Схема конусной дробилки для крупного дробления с подвешенным валом: 1 – верхняя часть станины (неподвижная коническая чаша); 2 – дробящий конус; 3 – вал; 4 – эксцентриковый стакан; 5 – нижняя часть станины; 6 – коническая передача; 7 – приводной вал; 8 – шкив

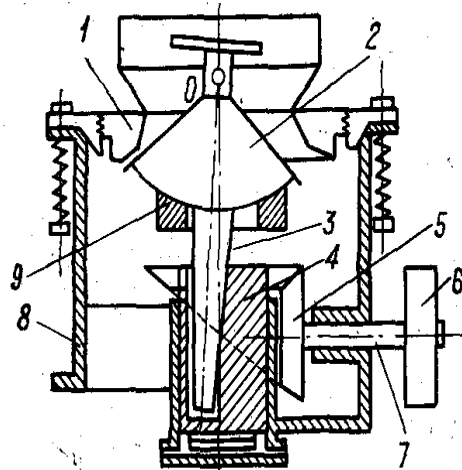


Рис. 8.5. Схема конусной дробилки для среднего дробления с валом, подвешенным на сферическом подпятнике: 1 – коническая чаша; 2 – дробящий конус; 3 – вал; 4 – эксцентриковый стакан; 5 – коническая передача; 6 – шкив; 7 – приводной вал; 8 – станина; 9 – подпятник

Рассмотрим работу дробилки для крупного дробления с подвешенным валом (см. рис. 8.4). Дробящий конус 2 жестко закреплен на валу 3, который подвешен в точке 0, а своим нижним концом свободно входит в эксцентриковый стакан 4. Ось отверстия для вала не совпадает с осью вращения стакана. Эксцентриковый стакан получает вращение от электродвигателя через передаточный механизм. При вращении стакана ось вала описывает коническую поверхность с вершиной в точке 0. Дробящий конус при этом совершает круговые качания, последовательно приближаясь к стенкам конической чаши и отдаляясь от них. Приближение дробящего конуса к чаше 1 сопровождается дроблением кусков материала, поступающих в пространство между ними, а удаление – разгрузкой измельченного продукта, выходящего вниз, под дробилку.

Основное дробящее действие конусных дробилок – раздавливание, но имеет место также разлом кусков при изгибе, возникающем, когда кусок зажимается между поверхностью чаши и выпуклой поверхностью конуса. При холостом ходе вал с дробящим конусом не вращается вокруг своей оси, а совершает круговое вращение вокруг оси эксцентрика, описывая коническую поверхность с углом при вершине, равным $8 - 12^\circ$. При дроблении вал и конус вследствие трения о материал вращаются в направлении, противоположном вращению эксцентрика, с меньшей скоростью. При этом происходит непрерывное обкатывание дробящим конусом материала, который заполняет пространство между конусом и чашей. У машин для крупного дробления усеченный конус чаши обращен большим основанием вверх, а у машин для мелкого переднего дробления – вниз. Дробящие конусы у всех дробилок обращены большим основанием вниз, но у дробилок для крупного дробления конус крутой, а у дробилок для среднего и мелкого дробления – пологий, что способствует повышению их производительности. В общем случае производительность дробилок пропорциональна площади разгрузочной щели.

Дробилки для среднего и мелкого дробления должны работать с небольшой шириной разгрузочного отверстия, поэтому для увеличения площади отверстия увеличивают его длину. Это достигается применением пологих дробящих конусов. Конусные дробилки для крупного дробления отличаются от дробилок для среднего и мелкого дробления также и величиной эксцентриситета стакана, определяющего амплитуду качаний дробящего конуса. У дробилок для крупного дробления эксцентриситет стакана обычно меньше 25 мм, а у дробилок для среднего и мелкого дробления – больше 100 мм.

Дробилки с крупным конусом имеют в соответствии с их назначением широкое загрузочное отверстие. Шириной последнего и характеризуются дробилки этого типа, в условных обозначениях (марках) которых приводится данный размер. Например, марка дробилки КСД-1200 Гр расшифровывается так: конусная среднего дробления с шириной загрузочного отверстия 185 мм.

Для среднего и мелкого дробления изготавливается большое количество типоразмеров конусных дробилок, отличающихся в основном устройством камеры дробления. В зависимости от конфигурации ее и размеров загрузочного отверстия и разгрузочной щели

различают дробилки для среднего (КСД) и мелкого (КМД) дробления. В марке дробилок для среднего и мелкого дробления указывается диаметр основания дробящего конуса в миллиметрах. Например, дробилки КСД-1750 и КМД-1750 имеют диаметр основания дробящего конуса 1750 мм, но разную ширину загрузочного отверстия – 250 и 130 мм соответственно (табл. 8.3 – 8.4).

К достоинствам конусных дробилок следует отнести высокую производительность вследствие непрерывности действия и разрушения материала одновременно раздавливанием и изгибом; спокойную уравновешенную работу (не нужен маховик); высокую степень измельчения. Из недостатков конусных дробилок по сравнению со щековыми можно отметить следующие: более сложная и дорогая конструкция, большая высота (особенно при крутом конусе), большая сложность обслуживания.

Таблица 8.3

Конусные дробилки среднего дробления

Основные параметры	Марка дробилки									
	КСД-600Гр	КСД-900Гр	КСД-900Т	КСД-1200Гр	КСД-1200Т	КСД-1750Гр	КСД-1750Т	КСД-2200Гр	КСД-2200Т	КСД-3000Т
Диаметр основания дробящего конуса, мм	600	900	900	1200	1200	1750	1750	220	220	3000
Ширина приемного отверстия на открытой стороне, мм	75	130	75	185	125	250	200	350	275	475
Наибольший размер кусков питания, мм	60	120	60	150	100	200	160	300	250	380
Ширина разгрузочной щели в сжатом состоянии, мм	12 – 35	15 – 40	10 – 30	20 – 50	10 – 25	25 – 60	15 – 30	30 – 60	15 – 30	25 – 50
Производительность при работе на материале с пределом прочности на сжатие 150 МПа и влажностью до 4% в открытом цикле, м ³ /ч	14 – 40	46 – 88	25 – 50	83 – 125	46 – 100	180 – 320	105 – 190	360 – 610	180 – 360	425 – 850
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	30	55	55	75	75	160	160	250	250	400
Масса дробилки, т	4,3	11,6	11,6	21	21	51	51	87	87	230

Таблица 8.4

Конусные дробилки мелкого дробления

Основные параметры	Марка дробилки						
	КМД-1200Гр	КМД-1200Т	КМД-1750Гр	КМД-1750Т	КМД-2200Гр	КМД-2200Т	КМД-3000Т
Диаметр основания дробящего конуса, мм	1200	1200	1750	1750	2200	2200	3000
Ширина приемного отверстия на открытой стороне, мм	100	50	130	80	140	100	85
Наибольший размер кусков исходного материала, мм	80	40	100	60	110	85	65
Ширина разгрузочной щели в сжатом состоянии, мм	5 – 15	3 – 12	9 – 20	5 – 15	10 – 20	5 – 15	8 – 15
Производительность при работе на материале с пределом прочности на сжатие 150 МПа и влажностью до 4 % в открытом цикле, м ³ /ч	50 – 65	30 – 55	100 – 150	85 – 110	220 – 260	160 – 220	320 – 420
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	75	75	160	160	250	250	400
Масса дробилки, т	21	21	51	51	90	90	227

Валковые дробилки

Валковые дробилки непрерывного действия работают в основном по принципу раздавливания и раскалывания материала между двумя вращающимися валками или между вращающимся валком и неподвижной щекой. Валки дробилки могут быть гладкими, рифлеными, ребристыми или зубчатыми. В дробилках с вращающимся валком и неподвижной щекой валок, как правило, бывает зубчатый. В машинах с гладкими и рифлеными валками материал дробится за счет раздавливания и в небольшой мере истирания в машинах с зубчатыми валками за счет раскалывания и частично раздавливания.

Схема действия дробилки с двумя гладкими валками представлена на рис 8.6. Один из валков вращается в подшипниках 5, прочно закрепленных на станине 4.

Второй валок вращается в подвижных подшипниках 7, скользящих вдоль рамы. На подвижные подшипники и, следовательно, на вращающийся в них валок нажимает пружина 8, давление которой регулируется нажимными гайками. Максимальное сближение валков, определяющее ширину щели и крупность выпускаемого материала, регулируется с помощью стальных прокладок 6.

Пружинный прижим подвижного валка позволяет предохранить дробилку от поломки при попадании в нее металлических предметов или очень крупных кусков. Валки могут приводиться во вращение с помощью зубчатой и ременной передач, но вследствие подвижности подшипников одного из валков в зубчатой передаче имеют место сильный шум и большой износ зубьев. Поэтому в валковых дробилках ряда конструкций либо каждый валок приводится во вращение от самостоятельной ременной передачи, либо они связаны друг с другом с помощью ременной передачи с натяжными роликами. Окружная скорость (валков в тихоходных дробилках колеблется от 1 до 2 м/с, а в быстроходных – от 3 до 5 м/с. Обычно дробящие валки закрывают кожухом, не допускающим распространения пыли в помещениях. Измельчаемый материал подается питателем в рабочее пространство дробилки через приемную воронку. При этом загрузка должна равномерно распределяться по длине валков.

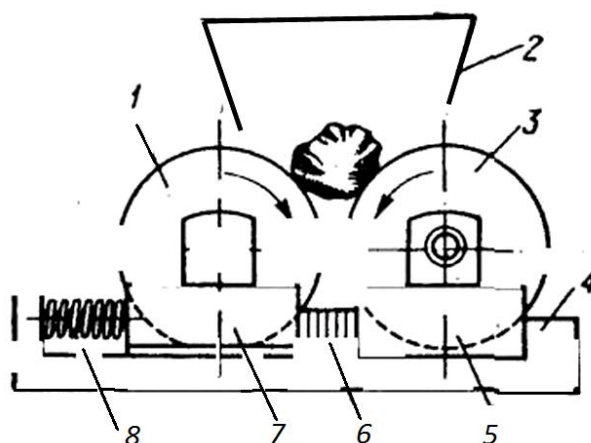


Рис 8.6. Схема действия двухвалковой дробилки: 1, 3 – валки; 2 – загрузочная воронка; 4 – станина; 5, 7 – подшипники; 6 – прокладка; 8 – пружина

Чтобы куски измельчаемого материала втягивались вследствие трения между валками, размер кусков должен быть примерно в 20 раз меньше диаметра валков. Поэтому гладкие валки применяются только для среднего и мелкого дробления. Степень измельчения хрупких и средней твердости материалов на валковых дро-

билках достигает $i = 10 - 15$, а размер кусков продукта дробления колеблется от 10 до 5 мм (предельно до 2 – 3 мм). Для твердых материалов степень дробления значительно ниже ($i = 3 - 4$). Валковые дробилки широко применяются для измельчения известняка, мела, шамота и других материалов умеренной твердости.

Достоинства валковых дробилок – в их простоте, компактности и надежности. Из недостатков следует отметить малую пригодность валковых дробилок для измельчения материалов высокой твердости и, кроме того, выход дробленого материала в виде плоских спрессованных плиток.

Молотковые дробилки

Основными рабочими элементами молотковых измельчителей являются ротор с молотками и статор-корпус. Измельчаемый материал поступает в машину сверху и дробится на лету ударами молотков, шарнирно подвешенных к вращающемуся с большой скоростью ротору. Материал в этих машинах измельчается стесненным или свободным ударом. При ударе кусков о плиты происходит дополнительное дробление. Дробленный продукт разгружается под дробилку через зазоры между колосниками решетки. В зависимости от способа подачи материала различают три типа молотковых дробилок (рис. 8.7).

В дробилках первого типа (рис. 8.7, *а*) измельчаемый материал подводится по касательной к окружности, описываемой молотками, причем направление касательной совпадает с направлением вращения молотков. Куски материала сначала дробятся, а затем проталкиваются молотками на колосниковую решетку, где измельчаются дополнительно.

В дробилках второго типа (рис. 8.7, *б*) измельчаемый материал подводится по касательной навстречу вращающимся молоткам. Куски материала дробятся ударами молотков и отбрасываются на плиты верхней части корпуса. Отскочив от плит, куски попадают еще раз под удары молотков, проталкивающих их на колосниковую решетку, где завершается дробление.

В дробилках третьего типа (рис. 8.7, *в*) измельчаемый материал подводится по вертикальной оси ротора. Куски материала дробятся ударами молотков и отбрасываются на плиты верхней части корпуса, отскакивают от них и падают на колосниковую решетку, где и происходит окончательное измельчение.

По конструктивным признакам молотковые дробилки можно подразделить на одно- и двухроторные со свободно подвешенными и жестко закрепленными молотками, с решеткой и без решетки, реверсивные и с вращением ротора в одном направлении, с неподвижными и подвижными плитами.

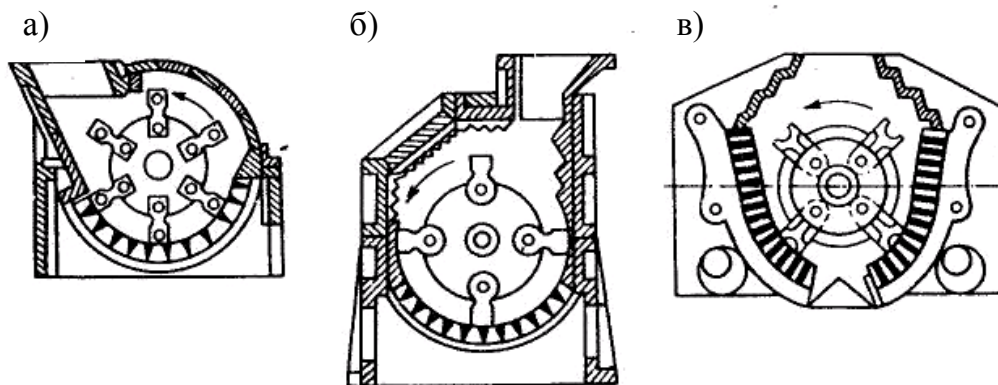


Рис. 8.7. Типы молотковых дробилок

Молотковые дробилки предназначены для крупного, среднего и мелкого дробления хрупких материалов. Достигаемая в них степень измельчения находится в пределах $i = 30 - 40$. Такие дробилки отличаются высокой удельной производительностью (на единицу веса измельчаемого материала). Удельный расход энергии на дробление в них ниже, чем у щековых и конусных дробилок. При работе на твердых материалах наблюдается чрезмерно большой износ молотков и плит.

Однороторная молотковая дробилка (рис. 8.8) состоит из дисков 1, корпуса 2, облицованного плитами, и ротора 4 с подвешенными к нему молотками 3. В нижней части корпуса имеется полукруглая колосниковая решетка 5. Колосники имеют клиновидную форму и обычно изготавливаются из марганцовистой стали. Молотки делаются из износостойчивой стали. В зависимости от свойств дробимого материала и требуемой крупности продукта применяют молотки различной формы и массы. После износа с одной стороны молоток переворачивают. При износе с обеих сторон его заменяют.

В молотковых дробилках для крупного и среднего дробления материал измельчается главным образом ударами молотков. При мел-

ком дроблении основное значение имеют раскалывание и срез, а также истирание материала на решетке.

Вследствие этого при мелком дроблении применяют облегченные заостренные молотки, вращающиеся с большой скоростью (до 55 м/с). Для измельчения материалов небольшой твердости (известь, охра, фосфориты и т. д.) используют дробилки без колосниковой решетки, а также молотковые мельницы, соединенные с воздушным сепаратором, в котором недоизмельченный продукт отделяется, а затем возвращается в мельницу.

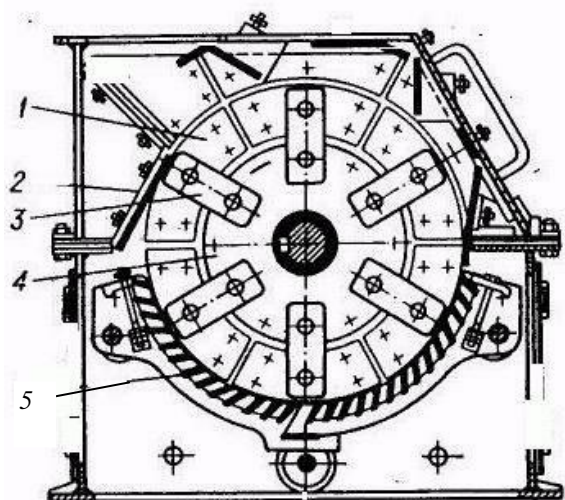


Рис. 8.8. Молотковая дробилка

Например, дробилка марки М-6-4 имеет ротор диаметром 600 и длиной 400 мм.

Преимущества молотковых дробилок заключаются в их компактности, высокой производительности на единицу объема машины, простоте конструкций, надежности работы и малых затратах энергии на холостой ход машины.

Основными недостатками измельчителей этого типа можно назвать наличие в продуктах дробления большого количества пыли и сравнительно быстрый износ ударных тел при измельчении материалов средней твердости или наличии твердых частиц в мягких материалах. За последние годы конструкция таких машин была значительно улучшена и износ ударных тел заметно уменьшен.

В дробилках и мельницах, предназначенных для измельчения мягких и вязких материалов, молотки часто закрепляют неподвижно (что способствует истиранию и раскалыванию материала), и тогда их называют крестовыми.

Молотковые дробилки характеризуются диаметром D и длиной L ротора. Эти размеры приводятся в марке дробилки.

8.2. Машины для тонкого и сверхтонкого измельчения и помола материалов

8.2.1. Назначение, устройство и принцип действия дезинтеграторов, шаровых мельниц. Виды вибрационных мельниц, их применение

К числу машин, измельчение в которых основано на принципе свободного удара, относятся также дезинтеграторы и дисмембраторы.

Дезинтегратор (рис. 8.9) состоит из двух вращающихся в разные стороны роторов 1 и 3 (называемых корзинами), каждый из которых насажен на отдельный вал. На дисках роторов по концентрическим окружностям расположены пальцы 2. Роторы входят один в другой таким образом, что концентрические окружности с пальцами одного ротора размещаются внутри концентрических окружностей с пальцами другого ротора.

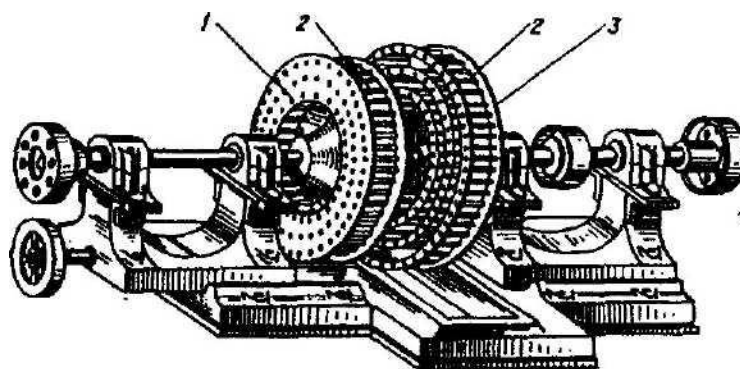


Рис. 8.9. Дезинтегратор: 1, 3 – роторы; 2 – пальцы

Роторы вращаются навстречу друг другу с большой скоростью, и каждый из них имеет самостоятельный привод.

Материал поступает в корпус машины через воронку сверху и тонко измельчается ударами пальцев и дисков. Разгрузка производится через решетку, сквозь отверстия которой могут проходить куски, размер которых не превышает заданную предельную величину. Загруженный материал, продвигаясь от центра к периферии барабанов, многократно ударяется о пальцы и разрушается. При этом интенсивность разрушения нарастает, поскольку уменьшается шаг между пальцами, а окружная скорость их возрастает.

Чем выше скорость вращения барабанов и больше рядов и пальцев на дисках, тем выше степень измельчения материала.

Схема движения частиц материала между пальцами дисков дезинтегратора показана на рис. 8.10. Частица, попавшая в дезинтегратор, сначала сталкивается с одним из пальцев первого (внутреннего) ряда и разрушается при столкновении.

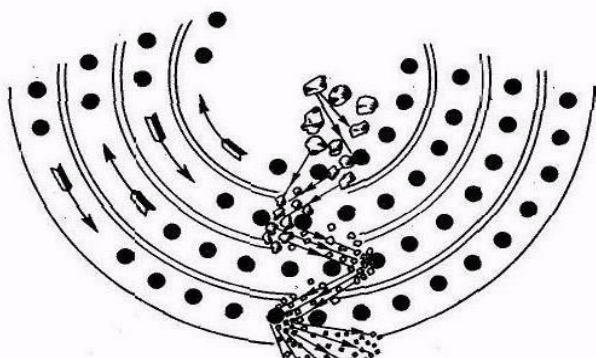


Рис. 8.10. Схема движения материала в дезинтеграторе

Получившиеся осколки отбрасываются по касательной к окружности вращения этого ряда пальцев и сталкиваются с идущими им навстречу пальцами второго ряда. После вторичного разрушения осколки отбрасываются по касательной к окружности вращения второго ряда пальцев и сталкиваются с

пальцами третьего ряда и т. д. Измельченный материал выбрасывается в кожух дезинтегратора и опускается вниз к выходному штуцеру. Окружная скорость внешнего ряда пальцев находится в пределах 22 – 37 м/с. Характеризуются дезинтеграторы диаметром рабочего диска и шириной ротора (корзины), определяющей длину пальцев. Вследствие сравнительно высокой скорости вращения роторов большое значение имеет предохранение дезинтегратора от попадания в него посторонних твердых тел, поэтому перед роторами следует устанавливать магнитные ловители для металлических частиц. В дезинтеграторах наиболее сильно изнашиваются и требуют частой замены дробящие пальцы. Их изготавливают из специальной стали и закрепляют на дисках путем расклепывания концов. Удлинение срока службы пальцев достигается путем наплавки их твердыми сплавами.

Степень измельчения материала в дезинтеграторах может достигать до 40, но чаще не превышает 10, так как при больших значениях i сильно снижается производительность. Степень измельчения регулируется изменением скорости вращения ротора. Производительность, кроме степени измельчения, зависит также от равномерности питания мелкокусковым материалом (обычно $dn \leq 10 - 20$ мм).

Дисмембратор (рис. 8.11), в отличие от дезинтегратора, имеет один вращающийся диск. Второй диск неподвижен; его роль выполняет крышка, на внутренней поверхности которой жестко укреплены концентрические ряды пальцев. При этом условии для создания больших относительных скоростей между ударными телами вращающемуся диску придают большую угловую скорость. В дисмембраторах диски диаметром 250 – 600 мм делают от 3000 до 6500 об/мин, при этом окружная скорость внешнего концентрического ряда пальцев достигает 60 – 120 м/с.

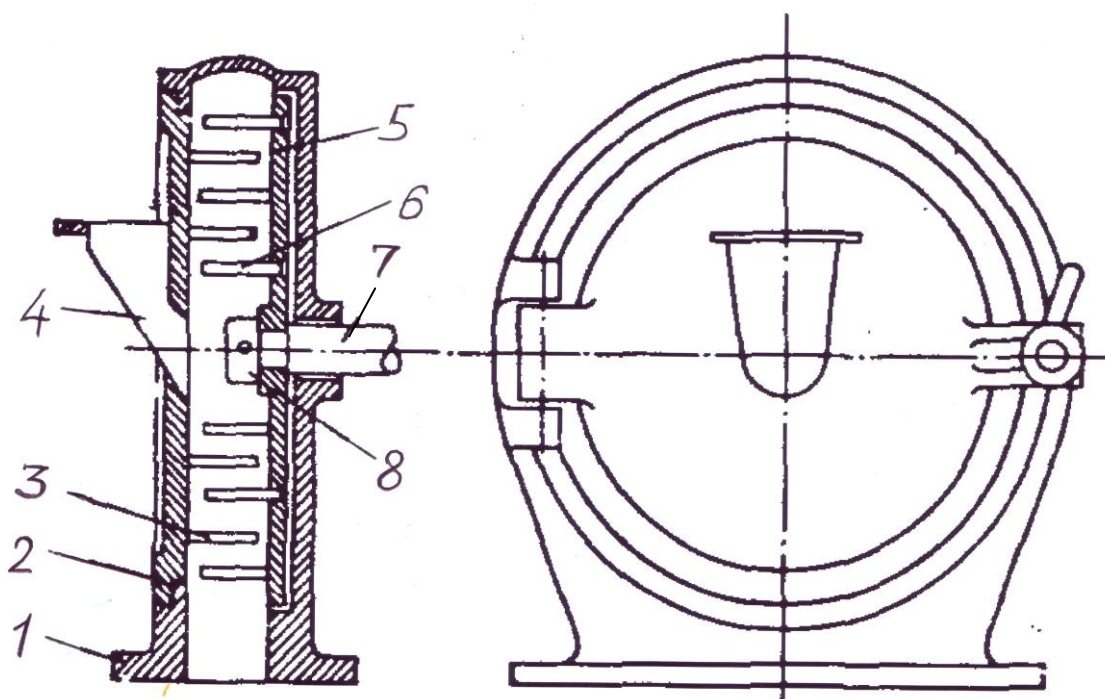


Рис. 8.11. Дисмембратор с горизонтальной осью вращения диска: 1 – корпус; 2 – откидная крышка; 3 – пальцы откидной крышки; 4 – приемная воронка; 5 – диск; 6 – пальцы диска; 7 – приводной вал; 8 – зажимная гайка

Литой корпус дисмембратора для удобства чистки и смены пальцев имеет откидную крышку 2, к которой прикреплены неподвижные пальцы 3. Подвижный стальной диск с пальцами 6 закреплен на валу 7, который вращается в подшипнике, помещенном во втулке корпуса мельницы. Внутри корпуса расположена кольцевая решетка. Материал крупностью менее 200 мм подается в приемную воронку 4. Ударные тела в дисмембраторах могут иметь форму цилиндрических пальцев диаметром 8 – 15 мм (типа применяемых в дезинтеграторах) или форму небольших штифтов с острой кромкой,

имеющих самую разнообразную конфигурацию. Вследствие разгрузки материала через круглые или щелевые отверстия в кольцевой решетке, размер которых по наиболее узкому сечению может изменяться от 8 до 0,25 мм, измельчаемый материал рециркулирует в дисмембраторе между сеткой и внешним рядом пальцев до тех пор, пока не станет возможным его выгрузка через отверстия в решетке. В промышленности дезинтеграторы и дисмембраторы применяют для измельчения солей, красителей и других материалов невысокой твердости, а также вязких и волокнистых материалов повышенной влажности (до 10 %). Достоинства измельчителей ударного действия заключаются в простоте устройства и компактности, универсальности, высокой степени измельчения и большой производительности, а также надежности работы. Из недостатков можно отметить повышенный износ дробящих тел (особенно пальцев мельницы), большое пылеобразование и значительный расход энергии.

Барабанные мельницы

Такие мельницы наиболее распространены из всех известных машин для тонкого измельчения материалов в многотоннажных производствах (рис. 8.12). Они представляют собой пустотелый барабан 3, закрытый торцевыми крышками 2 и 4, к которым прикреплены пустотелые цапфы 1 и 5. Цапфы опираются на подшипники, и барабан медленно вращается вокруг горизонтальной оси. Барабан частично заполняется мелющими телами – шарами, цилиндриками, а также материалом, подлежащим измельчению.

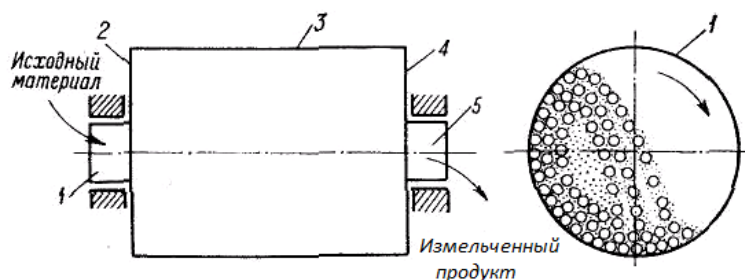


Рис. 8.12. Схема устройства и принцип действия барабанной (шаровой) мельницы: 1, 5 – полые цапфы; 2, 4 – торцевые крышки; 3 – барабан

Материал в этих мельницах измельчается ударом, раздавливанием и истиранием и может подвергаться многократному воздействию мелющих тел, что дает возможность достичь высокой степени

измельчения. При сухом способе измельчения барабанные мельницы пригодны для тонкого размола крупных первичных зерен, при мокром – для тонкого и сверхтонкого размола. Рассматриваемые мельницы бывают периодического и непрерывного действия. В зависимости от формы барабана различают мельницы цилиндрические и цилиндрикоконические. Первые, в свою очередь, бывают трех типов: короткие, длинные и трубные.

У коротких мельниц длина барабана меньше диаметра или близка к нему, у длинных она достигает 2 – 3 диаметров, а у трубных длина барабана больше диаметра не менее чем в три раза. Трубные мельницы применяются в цементной промышленности.

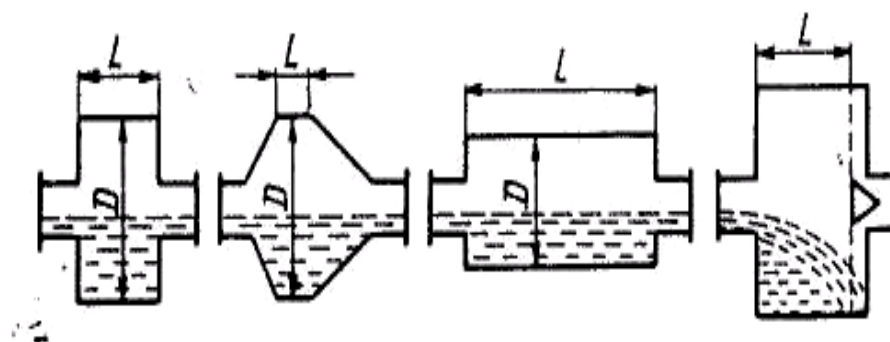


Рис. 8.13. Типы барабанных мельниц

В зависимости от вида и формы мелющих тел различают мельницы шаровые, стержневые, галечные и самоизмельчения (рис. 8.13). У шаровых мельниц дробящая среда представлена стальными, чугунными, фарфоровыми или другими шарами, у стержневых – стальными стержнями, у галечных – скатанной кремниевой галькой, у мельниц самоизмельчения – крупными кусками измельчаемого материала. В зависимости от способа разгрузки измельченного продукта различают мельницы с центральной разгрузкой и с разгрузкой через решетку. При центральной разгрузке удаление измельченного продукта происходит свободным сливом через пустотелую разгрузочную цапфу. У мельниц с разгрузкой через решетку имеется подъемное устройство, принудительно разгружающее измельченный продукт. Поэтому в них уровень материала может быть ниже уровня разгрузочной цапфы, и их иногда называют мельницами с принудительной разгрузкой.

Мельницы характеризуются внутренним диаметром D барабана (при снятой футеровке) и рабочей его длиной L . Вследствие простоты

замены изнашивающихся мелющих тел и футеровки барабана на шаровых мельницах можно измельчать очень твердые, а также абразивные материалы. Достижимая в барабанных мельницах степень измельчения материала находится в пределах $i = 50 - 100$.

Шаровые мельницы с центральной разгрузкой имеют короткий барабан, заполненный примерно на половину стальными шарами диаметром 25 – 175 мм (при питании мельницы кусками не крупнее 25 – 65 мм). Изнутри барабан футерован плитами, имеющими ступенчатую или волнистую поверхность для более высокого подъема измельчающих шаров.

Измельчение производится как мокрым, так и сухим способом, причем в первом суспензия свободно сливается через полую цапфу, а во втором случае измельченный материал разгружается через цапфу самотеком или отсасывается вентилятором. Стержневые мельницы имеют короткий барабан, в который загружаются стержни диаметром от 40 до 100 мм. При небольшом числе оборотов (12 – 30 об/мин) стержни не падают, а перекатываются в нем, благодаря чему не происходит переизмельчения материала. Поэтому стержневые мельницы дают более равномерный продукт измельчения, чем шаровые. Материал загружается и выгружается через полые цапфы. Измельчение в стержневых мельницах осуществляется главным образом мокрым способом.

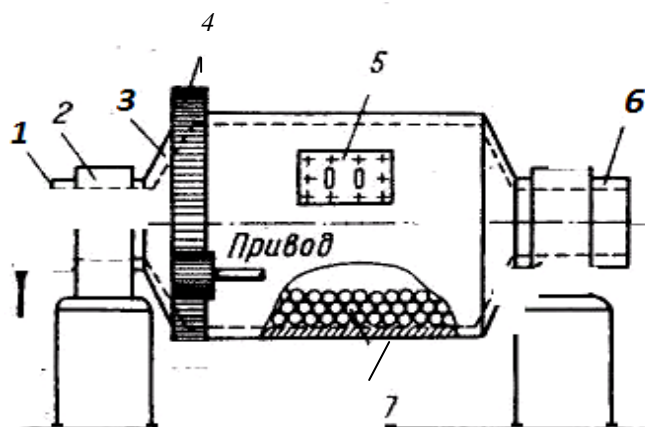


Рис. 8.14. Однокамерная мельница: 1 – полая цапфа (выводная); 2 – подшипники; 3 – барабан; 4 – приводная пара; 5 – люк; 6 – цапфа питания; 7 – мелющие тела

Движение материала в этих мельницах происходит под действием разности уровней материала на его входе и выходе, а также вследствие

В трубных мельницах полное измельчение материала достигается вследствие большей продолжительности пребывания его в длинном барабане. При этом отпадает необходимость в классификаторе, но увеличивается расход энергии на измельчение. Трубные мельницы делятся на однокамерные (рис. 8.14) и многокамерные (рис. 8.15).

вращения барабана. Трубные мельницы разделяются перегородками на ряд камер для того, чтобы получить при непрерывном способе измельчения меньший проскок исходного продукта в конечный. Правильная работа мельницы и качество измельчения во многом зависят от характера движения мелющих тел. Характер движения тел зависит в основном от числа оборотов и степени заполнения барабана мелющими телами.

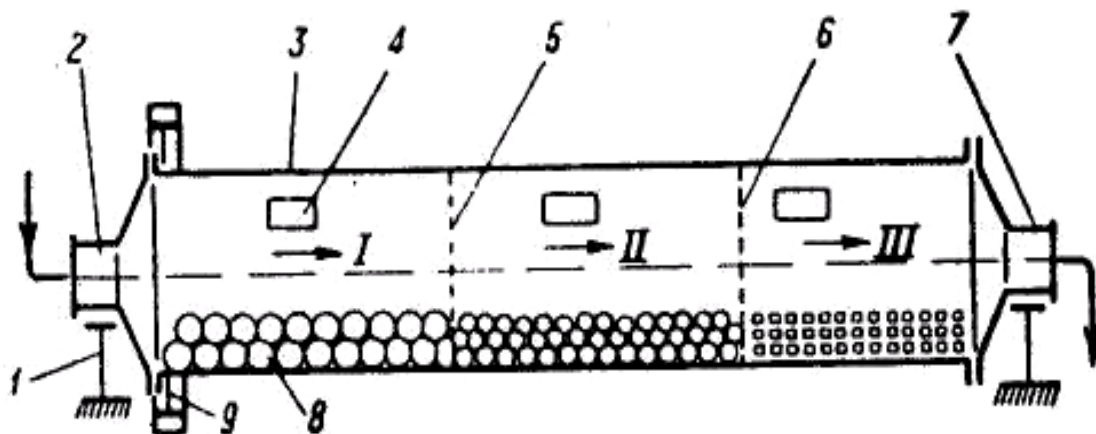


Рис. 8.15. Многокамерная мельница: 1 – стойка; 2 – цапфа питания; 3 – барабан; 4 – люк; 5, 6 – диафрагмы; 7 – выводная цапфа; 8 – мелющие тела; 9 – приводная пара

8.2.2. Бегуны

Бегунами называют машины, имеющие чашу с установленными на ней катками. Действие бегунов основано на раздавливании с одновременным истиранием материала, что осуществляется путем качения вокруг вертикальной оси двух катков по горизонтальной поверхности чаши или вращения чаши при вращающихся, но не катящихся катках. Поступающий при этом под катки материал раздавливается силой их тяжести, а скольжение катков приводит к истиранию материала.

Конструктивное оформление бегунов довольно разнообразно. Их различают по непрерывности работы, расположению привода и способу вращения катков. Если загрузка измельчаемого материала и выдача продукта производятся непрерывно, их называют бегунами непрерывного действия. В бегунах периодического действия работа осуществляется по некоторому циклу: производится загрузка материала, затем его измельчение и выгрузка. Потом процесс повторяется.

По расположению привода различают бегуны с верхним и нижним приводом. Преимущество бегунов с верхним приводом – возможность наблюдения за состоянием привода и относительная простота его ремонта. Катки могут вращаться вокруг своей горизонтальной оси или же одновременно и вокруг вертикальной оси вала привода. В первом случае вращение катков происходит за счет сил трения, возникающих между катками и вращающейся чашей катков. Во втором случае чаша остается неподвижной, а катки вращаются вокруг неподвижной оси (бегуны с неподвижной чашей). Бегуны с неподвижной чашей применяются при сравнительно небольших весах катков. В этом случае каткам можно сообщать повышенные скорости, что приводит к ускорению помола. Бегуны (рис. 8.16) состоят из катков 1, закрепленных на полуосях 2, шарнирно соединенных с водилом 3 центрального вала 4, опирающегося на подпятник 7, и через втулку на чашу 5. Водило, вращаясь, увлекает за собой катки, заставляя их бегать (отсюда название бегуны) по дну чаши. Сырье подается в чашу, где измельчается катками до частиц заданных размеров.

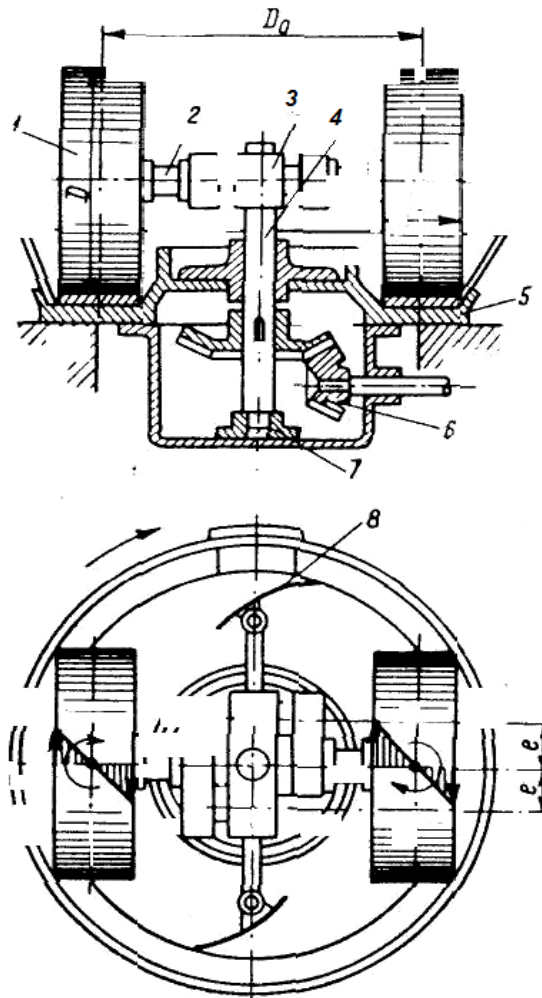


Рис. 8.16. Бегуны: 1 – катки; 2 – полуоси катков; 3 – водило; 4 – центральный вал; 5 – чаша; 6 – коническая пара; 7 – подпятник; 8 – скребки

По расположению привода различают бегуны с верхним и нижним приводом. Преимущество бегунов с верхним приводом – возможность наблюдения за состоянием привода и относительная простота его ремонта. Катки могут вращаться вокруг своей горизонтальной оси или же одновременно и вокруг вертикальной оси вала привода. В первом случае вращение катков происходит за счет сил трения, возникающих между катками и вращающейся чашей катков. Во втором случае чаша остается неподвижной, а катки вращаются вокруг неподвижной оси (бегуны с неподвижной чашей). Бегуны с неподвижной чашей применяются при сравнительно небольших весах катков. В этом случае каткам можно сообщать повышенные скорости, что приводит к ускорению помола. Бегуны (рис. 8.16) состоят из катков 1, закрепленных на полуосях 2, шарнирно соединенных с водилом 3 центрального вала 4, опирающегося на подпятник 7, и через втулку на чашу 5. Водило, вращаясь, увлекает за собой катки, заставляя их бегать (отсюда название бегуны) по дну чаши. Сырье подается в чашу, где измельчается катками до частиц заданных размеров.

Для того чтобы куски материала были измельчены в данных бегунах, диаметр кусков должен быть по крайней мере в 40 раз меньше диаметра катка ($D \geq 40 d_{cp}$). Если коэффициент трения f значительно больше принятого среднего значения ($f = 0,3$), то это соотношение может быть уменьшено ($D \geq 20 d_{cp}$).

В процессе измельчения материал центробежными силами сдвигается к наружной стенке чаши. Для возвращения его под катки применяют специальные скребки 8. На бегунах можно получить продукт измельчения с размерами частиц, не превышающими 40 мкм. В настоящее время с появлением новых конструкций мельниц роль бегунов несколько снизилась, но там, где измельчаются вязкие материалы и необходимо сочетать измельчение с перемешиванием, они все еще применяются.

На производительность бегунов оказывают влияние ширина, количество и скорость вращения катков относительно центрального вала, свойства измельчаемого материала, а также условия эксплуатации – равномерность питания и своевременность вывода готового продукта из зоны измельчения.

8.2.3. Роликовые мельницы

Роликовыми (кольцевыми) или роликокольцевыми называются мельницы непрерывного действия, в которых катящийся ролик (валок, шар) прижимается к кольцу или тарелке. Материал, поступающий между кольцом или тарелкой и роликом, измельчается раздавливанием или истиранием.

В роликокольцевой мельнице ролики свободно насажены на трех-пяти маятниках, которые вращаются на общей крестовине. Поступающий в мельницу материал измельчается между роликами и поверхностью кольца. Роликовые мельницы работают в замкнутом цикле с пневматической разгрузкой материала. Обычно они снабжены встроенным в корпус мельницы сепаратором, что делает мельничный агрегат более компактным. Измельченный материал уносится струей воздуха в сепаратор. При рассмотрении устройства мельницы можно сделать вывод, что ее пригодность для измельчения данного материала зависит как от размеров размольного кольца и роликов, так и от скорости вращения центрального вала.

Горизонтальные роликокольцевые измельчители, или как их называют маятниковые, имеют диаметр роликов 230 – 475 мм, диаметр размольного кольца 600 – 1200 мм, скорость вращения центрального вала от 200 об/мин (для малых мельниц) до 142 об/мин (для самых больших измельчителей), мощность двигателя 3 – 40 кВт.

Роликокольцевые мельницы применяются для тонкого измельчения материалов, которые не могут быть обработаны в шаровых мельницах вследствие налипания материала на шары и футеровку барабана. По сравнению с шаровыми мельницами кольцевые более компактны и степень измельчения в них может меняться в широких пределах. Однако кольцевые мельницы сложнее по конструкции и требуют больших эксплуатационных расходов.

8.2.4. Вибромельницы

Принципиальная конструкция инерционной вибромельницы изображена на рис. 8.17. Корпус 4 мельницы, опирающийся на пружины 5, заполнен на 75 – 80 % мелющими телами в виде стальных шаров или цилиндров (например, закаленные бракованные шары или ролики от подшипников) размером 8 – 15 мм либо фарфоровыми шарами диаметром 12 – 15 мм. В трубе, проходящей по оси корпуса, вращается в подшипниках вал 3 с дебалансом, приводимый во вращение электродвигателем 1.

В зависимости от типа и назначения мельницы устанавливается электродвигатель со скоростью вращения 1000, 1450 или 3000 об/мин. Электродвигатель соединен с валом 3 через эластичную муфту 2.

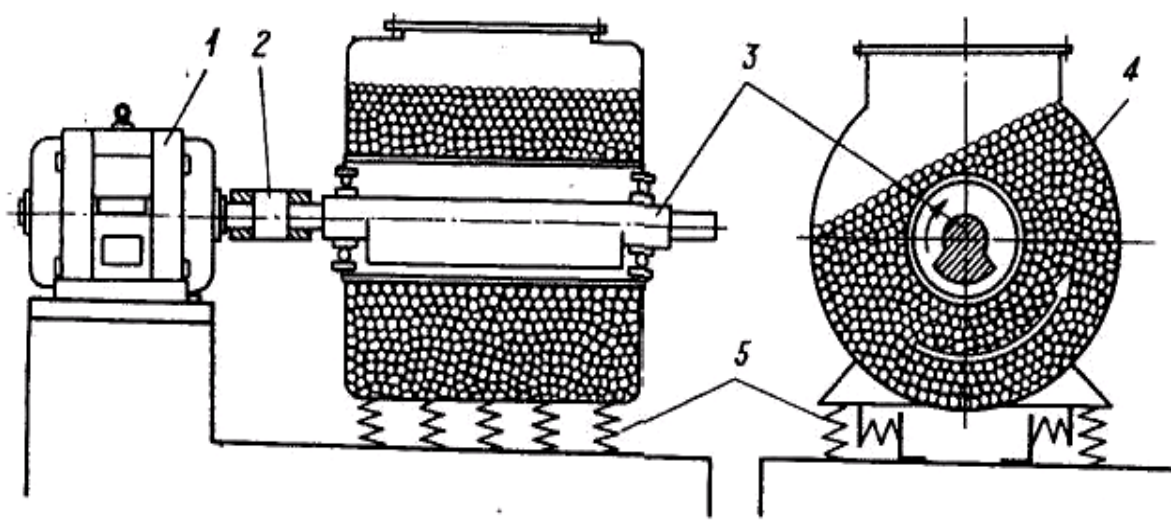


Рис. 8.17. Схема вибромельницы: 1 – электродвигатель; 2 – эластичная муфта; 3 – вал с дебалансом; 4 – корпус; 5 – пружины

При вращении вала корпус мельницы вместе с его содержимым приводится в качательное движение по эллиптической (приближа-

ющейся к круговой) траектории, делая от 1000 до 3000 колебаний в минуту с амплитудой в 2 – 3 мм. При вибрации корпуса мелющие тела совершают сложные движения, при которых материал измельчается в основном истиранием. Мелющие тела не только ударяются друг о друга, но и вместе с материалом совершают вращательное движение в корпусе относительно его оси и тем интенсивнее, чем больше коэффициент трения между стенкой корпуса и мелющими телами. Небольшие размеры мелющих тел и высокая частота колебаний корпуса мельницы обуславливают большую интенсивность измельчения материала истиранием. Эти же факторы приводят к быстрому износу мелющих тел. Существуют вибрационные измельчители как периодического, так и непрерывного действия. Непрерывность процесса измельчения достигается путем отвода из корпуса измельчителя целевой фракции с помощью воздушного потока и непрерывной подачи сырья в зону измельчения. Для подачи воздуха и вывода пылевоздушной смеси в корпусе мельницы предусматривают специальные штуцеры.

Вибромельницы изготавливают со стальными гуммированными корпусами. Применяются они для сухого и мокрого измельчения. Степень измельчения в вибрационной мельнице периодического действия зависит от времени пребывания материала в зоне измельчения, а производительность мельницы – от физико-механических свойств измельчаемого материала и условий ведения процесса. На производительность данной мельницы большое влияние оказывают размер частиц готового продукта и сопротивляемость материала размолу. С увеличением степени измельчения производительность мельницы уменьшается. В вибрационных мельницах целесообразно измельчать материалы с начальным диаметром зерен не более 1 – 2 мм до конечного диаметра менее 60 мкм. При сверхтонком измельчении эффективность этих мельниц в 5 – 30 раз превышает эффективность шаровых мельниц при значительно меньшем удельном расходе мощности.

При вибрационном измельчении значительная часть энергии, расходуемой на измельчение, превращается в теплоту. В результате этого температура внутри мельницы может сильно повыситься, что при измельчении ряда материалов недопустимо. Поэтому вибраторы мельниц непрерывно охлаждаются водой, циркулирующей через рубашку. Вибрационные мельницы требуют сравнительно частого капи-

тального ремонта. В настоящее время серийно выпускаются мельницы с объемом корпуса 200 и 400 л и с 1440 или 2920 колебаниями в минуту при амплитуде колебаний 2 – 3 мм. Мощность электродвигателей, установленных на этих мельницах, составляет 14 – 40 кВт. Работа вибромельниц, особенно с негуммированным корпусом, сопровождается сильным шумом, поэтому их надо устанавливать в изолированном помещении. Конструкция вибромельниц непрерывно совершенствуется, изыскиваются материалы для изготовления мелющих тел, менее подверженных износу, что улучшает перспективность применения этих машин в химической промышленности.

8.2.5. Струйные мельницы

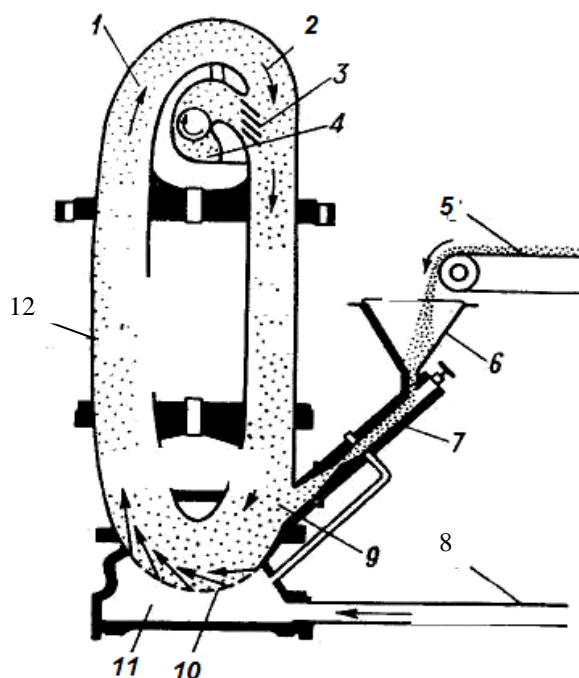


Рис 8.18. Схема струйной мельницы с трубчатой помольной камерой (СТК): 1, 2 – колена камеры; 3 – жалюзи; 4 – отсос; 5 – транспортер подачи измельченного материала; 6 – загрузочная воронка; 7 – питающий эжектор; 8 – трубопровод энергоносителя; 9 – зона помола; 10 – коллектор; 11 – сопла; 12 – восходящий участок камеры

другом в вертикальной плоскости на некотором удалении от противоположной стенки трубы. Кроме того, сопла скашиваются в вертикальной плоскости на определенный угол, чтобы вызвать циркуляцию

Струйными мельницами называются аппараты, в которых с помощью энергии струи пара или воздуха, вытекающего со сверхзвуковой скоростью из сопел в рабочую камеру, происходит сверхтонкое сухое измельчение с получением продукта, содержащего по весу более 90 – 95 % зерен размерами 1 – 5 мкм.

Схема струйной мельницы с вертикальной трубчатой камерой представлена на рис. 8.18.

Сжатый газ (воздух, перегретый пар) под давлением 8 – 12 атм поступает по трубопроводу 8 в коллектор 10 и далее через систему сопел 11 – в нижнюю часть помольно-разделительной камеры. Сопла располагаются попарно таким образом, что каждая пара струй пересекается друг с

газа, находящегося в камере. Измельчение производится в результате столкновения частичек в точках пересечения струй друг с другом и в вихрях, возникающих между ними. Разделение осуществляется при взаимодействии центробежных и центростремительных сил, возникающих на резких поворотах потока в коленах 1 и 2.

При этом более крупные частицы отбрасываются к внешней стенке трубы и, спускаясь по вертикальному стволу, снова попадают в зону измельчения. Более легкие частицы, движущиеся в области, прилегающей к внутренней стороне трубы, попадают в поток газа (воздуха, перегретого пара), отсасываемого из мельницы через жалюзи 3, представляющие собой инерционный разделитель.

Принцип действия разделителя заключается в том, что крупные частицы материала, обладающие относительно высокой кинетической энергией, сталкиваясь с жалюзи 3, отражаются от них и отбрасываются в газовый поток, движущийся вниз. Более мелкие частицы увлекаются потоком, отсасываемым из мельницы. Частицы измельченного материала выводятся наружу лишь при достижении определенного размера.

Для улавливания готового продукта применяются центробежные пылеосадители и тканевые пылеуловители-фильтры. Из недостатков, присущих струйным мельницам, следует отметить следующие. При измельчении с применением сжатого воздуха они расходуют большое количество электроэнергии или требуется перегретый пар с температурой 300 °С и давлением 8 – 12 атм. При сверхтонком измельчении твердых или абразивных материалов необходимо предварительное тонкое их измельчение до зерен крупностью 60 – 1000 мкм. Струйные мельницы требуют весьма равномерного питания исходным измельчаемым материалом. Работа мельниц сопровождается сильным шумом, вызывающим необходимость установки мельницы в изолированном помещении, а при работе на паре требуется громоздкое подсобное оборудование.

Основным преимуществом струйных мельниц, помимо простоты их конструкции и компактности, считается возможность осуществления на них сухого сверхтонкого измельчения с получением 95 % продукта с зернами 1 – 5 мкм, чего нельзя достигнуть на других типах мельниц при сухом измельчении. Поэтому струйные мельницы используются в тех случаях, когда для повышения качества продукта

или улучшения его свойств необходима такая тонкость сухого измельчения. Другим преимуществом является высокоэффективное измельчение в сочетании с классификацией частиц измельченного материала.

8.2.6. Коллоидные мельницы

Помимо струйных мельниц для сверхтонкого измельчения применяются также коллоидные мельницы, которые по принципу действия напоминают роликокольцевые или ударно-центробежные мельницы. В коллоидных мельницах материал измельчается либо проходя через весьма малый (до 0,05 мм) зазор между быстровращающимся коническим роликом (ротором) и расширяющимся кверху кольцом (статором), либо проходя между расположенными по концентрическим окружностям пальцами диска-ротора и корпуса мельницы. Коллоидные мельницы работают при очень больших окружных скоростях ротора (до 125 м/с) и применяются главным образом для мокрого измельчения. При этом отношение твердой и жидкой фаз обрабатываемой системы (в зависимости от свойств измельчаемого продукта) колеблется в пределах от 1 : 2 до 1 : 6.

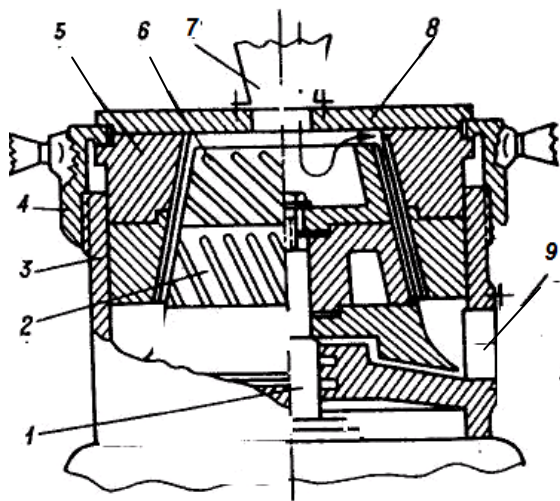


Рис. 8.19. Конусная коллоидная мельница: 1 – вал; 2 – ротор; 3 – корпус; 4 – накидная гайка; 5 – статор; 6 – канавки; 7 – приемная воронка; 8 – крышка; 9 – выводной штуцер

перехода от верхних зон к нижним. Канавки статора и ротора направлены в противоположные стороны и пересекаются. Материал в виде пульпы поступает через воронку 7 на верхний торец ротора, попадает в зазор между статором и ротором, продвигается по этому зазору

Коллоидные мельницы работают при очень больших окружных скоростях ротора (до 125 м/с) и применяются главным образом для мокрого измельчения. При этом отношение твердой и жидкой фаз обрабатываемой системы (в зависимости от свойств измельчаемого продукта) колеблется в пределах от 1 : 2 до 1 : 6.

Конусная коллоидная мельница с рифлеными рабочими поверхностями показана на рис. 8.19. Главными элементами этой машины являются конусный ротор 2 и статор 5, заключенные в корпус 3. Ротор и статор разделены по высоте на несколько кольцевых зон, имеющих на поверхности наклонные параллельные канавки 6, ширина которых уменьшается, а количество увеличивается по мере

вниз, измельчается между пересекающимися канавками и удаляется через выводной штуцер 9. Степень измельчения регулируется зазором между ротором и статором. В зависимости от размера мельниц потребляемая ими мощность колеблется от 1,5 до 30 кВт.

8.3. Машины для механической сортировки материалов

8.3.1. Общие сведения о сортировке материалов.

Способы сортировки материалов и применяемое оборудование

Разделение сыпучих материалов по размеру кусков или зерен называется классификацией. Путем классификации сыпучая смесь разделяется на классы (фракции), ограниченные определенными пределами размеров кусков или зерен. Применяются различные способы разделения сыпучих материалов на фракции. Наибольшее распространение получили грохочение (просеивание через сита и решетки), разделение под действием сил тяжести и инерции, а также под действием центробежных сил. Сыпучий материал пропускают через сито с определенным размером отверстия d . Частицы, размер которых меньше размера отверстия в сите, проходят через него (фракция $-d$), а более крупные задерживаются на сите (фракция $+d$). Применяя сита с разными отверстиями, можно разделить зернистый материал практически на любое количество фракций.

Полученные в результате просеивания на сите продукты обозначаются размером отверстий сита, полностью пропускающего зерна данного размера (со знаком минус), и размером отверстий сита, полностью их задерживающего (со знаком плюс).

Классы зерен обозначаются размерами сит, соответствующих предельным размерам зерен или кусков данного класса. Например, если данный класс получен последовательно просеиванием на ситах № 4 и № 2, то есть с отверстиями 4 и 2 мм, то его обозначают так: $-4+2$ мм. Изготавливают сита в основном из проволочных сеток с отверстиями, имеющими размер стороны от 0,04 мм и выше. Величина отверстий сеток (размеры ячейки) определяется минимальным расстоянием (в свету) между противоположными проволоками и выражается в линейных единицах – миллиметрах или микронах. Отношение площади отверстий сита в свету к общей площади сита называется живым сечением и для всех сит составляет $\sim 36\%$.

Употребляемое еще в отечественной практике американское понятие «меш» означает количество отверстий в сите на один линейный дюйм (25,4 мм). По немецкой системе номер сита соответствует числу отверстий на один линейный сантиметр.

Отделение частиц определенной крупности на грохоте происходит при движении материала относительно рабочей поверхности грохота. Относительное движение материала создают либо на неподвижном грохоте, либо при движении сита грохота в наклонной или горизонтальной плоскости. В результате грохочения получают два продукта: 1) частицы, прошедшие через сито, – просев (нижний продукт) и 2) частицы, не прошедшие через сито, – отсев (верхний продукт). Эффективность грохочения обычно характеризуется отношением веса полученного нижнего продукта к весу частиц того же класса в исходном материале. Грохочение производится через одно сито или последовательно через несколько сит – многократное грохочение. Грохочение от мелкого к крупному дает возможность наблюдать за всеми ситами, но при этом длина грохота получается значительной. Грохочение от крупного к мелкому дает лучшее качество грохочения вследствие отсева в первую очередь наиболее крупных частиц, но при таком способе ощущается сложность ремонта и смены сит, а также затруднен отвод готового продукта. Недостатки первых двух способов грохочения удастся в известной мере преодолеть при грохочении комбинированным способом.

8.3.2. Понятие о барабанных и плоских грохотах

Плоские качающиеся грохоты

Такие грохоты на пружинящих опорах получили весьма широкое распространение. Грохот (рис. 8.20) состоит из прямоугольного короба 2 с ситом 4, которому сообщается качание от эксцентрикового механизма. При качаниях грохота, наклоненного к горизонту под углом $7 - 14^\circ$, материал перемещается вдоль сита. Нижний продукт просеивается, а верхний сбрасывается с разгрузочного конца грохота. Достоинства плоских качающихся грохотов: большая производительность и высокая четкость грохочения, компактность, удобство обслуживания и ремонта. Недостаток этих грохотов – неуравновешенность конструкции, вызывающая сильные сотрясения здания. По этой причине плоские качающиеся грохоты нельзя устанавливать на верхних этажах.

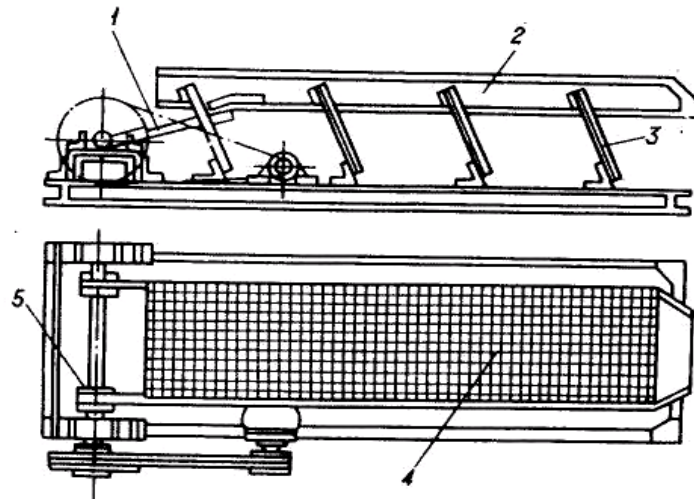


Рис. 8.20. Плоский качающийся грохот на пружинящих опорах: 1 – шатун; 2 – короб; 3 – пружинящий стержень; 4 – сито; 5 – эксцентрик

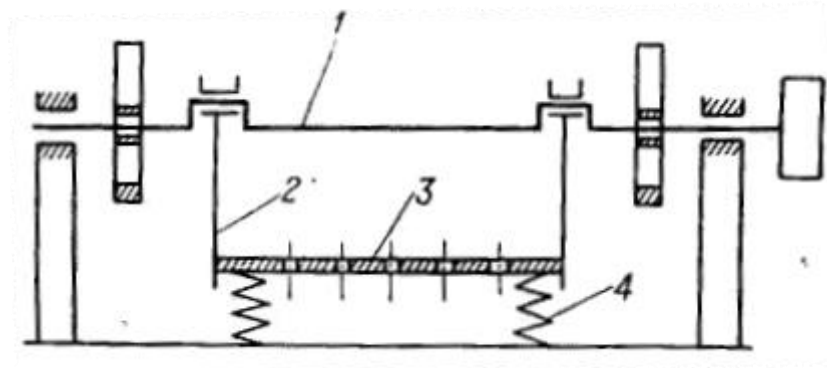


Рис. 8.21. Схема эксцентрикового грохота: 1 – вал-вибратор; 2 – короб; 3 – сито; 4 – пружина

Среди качающихся грохотов имеются также эксцентриковые (гирационные) и вибрационные (инерционные) грохоты. Они обладают рядом преимуществ и в настоящее время вытесняют все другие типы грохотов. Схема качающегося эксцентрикового грохота с круговым качанием в вертикальной плоскости дана на рис. 8.21. В стойке рамы на шарикоподшипниках установлен эксцентриковый вал-вибратор 1 с двумя противовесами. К валу симметрично на подшипниках крепится короб 2 с ситом 3. Короб опирается на пружины 4. Эксцентриковый вал сообщает коробу качательное движение по окружности с амплитудой качаний, равной эксцентриситету вала.

В вибрационных грохотах (рис. 8.22) плоское и обычно наклонное сито совершает частые колебания небольшого размаха. Короб 1 и сито 2 установлены на пружинах 3. На стойках в подшипниках вра-

щается вал 4 с двумя шкивами, несущими неуравновешенные грузы 5 (дебаланс). При вращении шкивов возникают центробежные силы инерции, которые сообщают коробу колебательное движение. Для

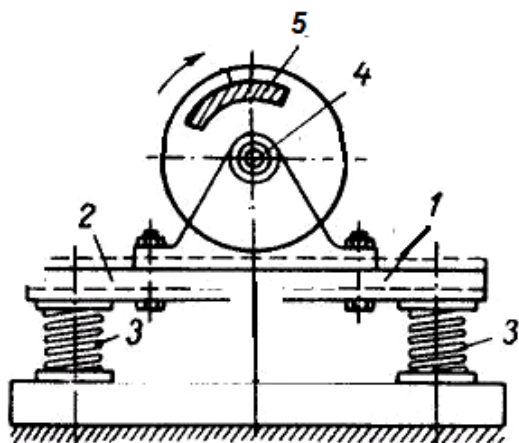


Рис. 8.22. Схема вибрационного грохота: 1 – короб; 2 – сито; 3 – пружины; 4 – вал; 5 – неуравновешенный груз (дебаланс)

Для вибрационных грохотов требуется весьма равномерное питание материалом.

По такому же принципу работают электровибрационные грохоты. Колебания сит в них осуществляется электромагнитом (соленоидом), через обмотку которого пропускают переменный ток, или специальным электрическим вибратором.

Из достоинств эксцентриковых и вибрационных грохотов следует отметить следующие:

- 1) при высокой частоте колебаний сита почти не забиваются материалом;
- 2) обладают более высокой производительностью и точностью грохочения;
- 3) пригодны для крупного и тонкого грохочения;
- 4) потребляют меньше энергии по сравнению с другими типами грохотов.

Барабанные грохоты

Барабанные грохоты применяются для отсева преимущественно сухих материалов. Цилиндрический барабанный грохот (рис. 8.23) представляет собой перфорированный или изготовленный из сетки барабан, который вращается на опорных роликах (или на центральном валу). Барабаны грохотов устанавливают наклонно под углом $4 - 7^\circ$ к горизонту. Отверстия в барабане для прохода нижнего продукта в большинстве случаев увеличиваются по ходу материала (грохочение от мелкого к крупному). Окружная скорость барабанных грохотов колеблется в пределах $0,61 - 1,25$ м/с.

К достоинствам барабанных грохотов относятся простота их конструкции и обслуживания, а также равномерное вращение.

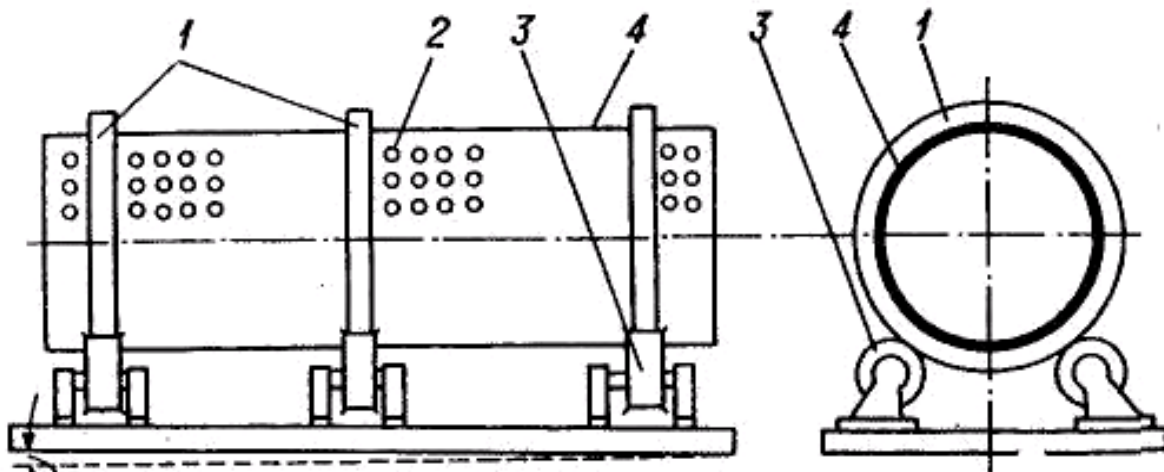


Рис. 8.23. Цилиндрический вращающийся барабанный грохот: 1 – бандажи; 2 – отверстие; 3 – опорные ролики; 4 – барабан

К недостаткам следует отнести небольшую производительность на единицу поверхности сита; сильное крошение материала и значительное пылеобразование, а также большой расход металла на изготовление грохота. Для предотвращения распространения пыли грохот устанавливают в отдельном помещении. В настоящее время вследствие указанных недостатков барабанные грохоты постепенно вытесняются плоскими качающимися и вибрационными грохотами.

8.3.3. Правила эксплуатации и техники безопасности при работе с камнедробилками

Один из важнейших факторов, обеспечивающих бесперебойную работу дробильных машин, – правильная их эксплуатация. Эксплуатация щековых дробилок проходит в весьма тяжелых производственных условиях (переменная величина нагрузки, действие абразивной пыли и т. д.), влияющих на сроки службы деталей дробилок. Обслуживающий персонал должен точно соблюдать рабочую инструкцию по эксплуатации дробилок. Перед пуском щековой дробилки следует проверить крепление коренных и шатунных подшипников; крепление броневых плит (щек); затяжку крепежных болтов и гаек; крепление регулировочных клиньев; шпонки маховиков. При обнаружении неисправностей их следует устранить и лишь после этого пускать дробилку в работу. Необходимо проверить наличие и качество масла в подшипниках, а также наличие густой смазки в масленках, обслуживающих распорные доски дробилки и оси подвижной щеки.

При принудительной смазке необходимо включить масляный насос и проверить, как масло пойдет из спускного маслопровода, тщательно проследить за поступлением масла во все подшипники. Необходимо также следить за исправностью приводных ремней и наличием ограждений. Зев дробилки перед пуском очищается от кусков. Пускают дробилку в ход обязательно без нагрузки. Для облегчения пуска дробилок маховик поворачивают на небольшой угол, чтобы сила тяжести шатуна помогала вращению. По достижении нормального числа оборотов начинается загрузка материала. Питание дробилки материалом должно быть равномерным и не вызывать резкого изменения числа ее оборотов. Воспрещается перегружать дробилку. Перед ее остановкой следует прекратить загрузку. После того как дробильная камера очистится от материала, можно выключить электродвигатель привода дробилки. Во время работы щековых дробилок следует внимательно наблюдать за подшипниками эксцентрикового вала, не допуская нагрева их выше 70 °С.

При работе дробилки запрещается чистить ее или проводить ремонтные работы, надевать или снимать ремень, вынимать руками куски материала или посторонние предметы из зева дробилки или подправлять их. Выемку или подправку кусков в зеве дробилки следует производить специальным приспособлением. Приводные ремни, шкивы и маховики дробилок должны быть ограждены, а боковые стенки станины должны быть снабжены специальными защитными ограждениями для устранения возможности выскакивания кусков из зева дробилки.

При эксплуатации конусных дробилок для обеспечения их бесперебойной работы особое внимание должно быть обращено на правильную и непрерывную загрузку, режим смазки, чистоту масла, правильный уход, своевременный ремонт и осмотр, должную организацию рабочего места, а также на соблюдение рабочей инструкции по обслуживанию машины. Уход за дробилкой и обслуживание ее во время работы заключаются в выполнении рабочим персоналом основных требований по подготовке к пуску, уходу и обслуживанию во время работы и по остановке дробилки.

Перед пуском дробилки следует проверить крепление распределительной тарелки и болтов регулирующей части; исправность загрузочных и разгрузочных механизмов; закрепление пружин, стяжных болтов и стержней; крепление брони.

Проверяют также наличие и качество масла в масляной системе, исправность приводных ремней. При обнаружении масла на ремнях или шкивах их следует протереть. Приводной вал не должен иметь осевого смещения, а в зеве дробилки не должно быть материала. Проверяют наличие и исправность ограждений. При отсутствии ограждений или их неисправности пускать дробилку не разрешается. Во время работы следует непрерывно вести наблюдение за циркуляцией масла в маслоуказателе, уплотнениями в системе смазки и температурой втулки горизонтального вала. При обнаружении неисправности дробилку останавливают и после устранения причины неисправности пускают вновь.

По мере износа футеровки регулируют разгрузочную щель. Перед остановкой следует прекратить загрузку, после чего выключить электродвигатель привода дробилки. При внезапном отключении привода дробилку запускают после полной очистки от материала. Для бесперебойной работы дробилки необходимо следить за правильной работой амортизационных пружин, предназначенных для защиты от поломок, когда в дробилку попадает слишком твердое тело. При нормальном отрегулированном питании пружины не должны работать. Если пружины находятся в постоянном или частичном действии, значит дробилка перегружена или пружины затянуты неправильно. Затягивают пружины в соответствии с заводским паспортом машины. Повышенная затяжка пружин может привести к поломке опорного кольца. Рекомендуется, как правило, каждые 2 – 3 дня работы немного опускать наружный (неподвижный) конус, чтобы компенсировать износ футеровки. При этом необходимо следить за тем, чтобы установочные болты после каждого такого изменения были плотно затянуты, так как слабое закрепление наружного конуса может привести к поломкам и необходимости ремонта дробилки.

Эксплуатация валковых дробилок, так же как щековых и конусных, проходит в весьма тяжелых производственных условиях. Бесперебойность их работы в первую очередь зависит от качества обслуживания и своевременного ремонта. Обслуживание и уход производятся в соответствии с рабочей инструкцией по эксплуатации, предусматривающей необходимый контроль за состоянием и режимом работы машины.

Перед пуском валков следует проверить крепление шкивов, шестерен, подшипников, затяжных конусов ступицы, бандажей, футеровочных плит, натяг предохранительных пружин; исправность и надлежащее состояние приводных ремней; ширину щели между валками.

Во время работы следует вести наблюдение за исправностью смазочных устройств, крупностью материала, поступающего и выходящего из валков, и за равномерным питанием дробилки материалом. Перед остановкой необходимо за две-три минуты прекратить питание. После того как весь материал, находящийся в питательной воронке, выработан, можно остановить дробилку.

Для обеспечения нормальной работы валковых дробилок особое внимание следует уделять режиму смазки машины. Смазка подшипников скольжения осуществляется периодической заливкой жидкого масла на подушку из войлока, заполняющего карманы над цапфой, или постоянной подачей масла при помощи масленки. Подшипники качения смазывают густой смазкой при помощи шприца или пресс-масленки.

Для обеспечения нормальной работы молотковых дробилок требуется строго соблюдать основные правила по подготовке к работе и пуску, обслуживанию и уходу во время работы и по остановке машины после работы.

Перед пуском дробилки необходимо проверить крепление шкивов, полумуфт, подшипников, молотков, осей молотков, дисков ротора и других соединений; наличие масла в подшипниках; не заклинен ли ротор дробилки (он должен свободно прокручиваться); прочность крепления всех броневых плит (обстукиванием и, в случае надобности подтяжкой крепежных болтов); исправность и надлежащее состояние приводных ремней или соединительных муфт; исправность загрузочных и разгрузочных устройств и наличие в дробилке материала; плотность закрытия всех люков и лазов корпуса дробилки.

Во время работы необходимо вести наблюдение за исправностью масляной системы, крупностью материала, поступающего в дробилку и выходящего из нее, а также равномерностью поступления материала. В процессе работы молотковой дробилки нельзя регулировать зазор между ротором и колосниковой решеткой, а также открывать заднюю откидную стенку корпуса. Перед остановкой следует

прекратить загрузку материала. После остановки дробилки все наружные части машины очищают от пыли и грязи, а колосниковую решетку – от забившегося материала. Одновременно с этим устанавливают степень пригодности к работе молотков, колосников и футеровки.

В случае, когда крупность выходящего материала не соответствует заданной, необходимо изменить зазор между ротором и колосниковой решеткой, перевернуть сработанные молотки (или заменить их новыми) либо изменить число оборотов ротора. При этом высокое число оборотов ротора соответствует получению более мелкого материала (и наоборот). Иногда для изменения крупности выходящего материала необходимо перебрать колосниковую решетку, изменив зазор между колосниками (тем самым меняется степень измельчения).

При дроблении материала с большой влажностью или большим содержанием мелочи следует периодически очищать и проверять колосниковую решетку. Нормальная работа молотковых дробилок зависит от правильного режима смазки и качества масла. Шариковые и роликовые подшипники ротора смазывают густой смазкой посредством колпачковой масленки или шприца. Подшипники скольжения имеют, как правило, кольцевую смазку. Подача масла в подшипники может быть индивидуальной или централизованной от ручного или приводного насоса.

Условия эксплуатации дезинтеграторов и дисмембраторов аналогичны по многим требованиям эксплуатации молотковых дробилок. Большая окружная скорость пальцев в дисмембраторах и дезинтеграторах при очень небольшом зазоре между рядами пальцев и малой прочности самих пальцев приводит к тому, что попадание в мельницу даже небольшого кусочка твердого материала, не говоря уже о попадании металлических предметов, приводит к их поломке. Поэтому перед измельчителями таких типов обязательно нужно устанавливать электромагнит. Безопасность персонала, занятого в цехах измельчения, обеспечивается выполнением правил техники безопасности и требований санитарно-технических норм, предусматривающих необходимую температуру, влажность, освещенность и допустимую запыленность рабочих мест. В рабочей зоне в цехах измельчения должны поддерживаться температура не ниже 14 °С и влажность воздуха не выше 80 %. Нормы освещенности выдерживаются установкой и

надлежащим размещением в производственном помещении достаточного количества светильников. Нормы запыленности соблюдаются за счет принятия специальных мер по обеспыливанию цехов, где измельчение материала всухую и транспортирование продуктов сопровождаются большим пылевыделением. К этим мерам относятся обрызгивание материала и герметизация мест пылевыделения с устройством вытяжной вентиляции, отсасывающей запыленный воздух.

Местами пылевыделения в цехах измельчения являются приемные воронки, или бункеры, рабочее пространство дробилок, места у выгрузки продуктов из дробилок и мельниц и места загрузки, грохоты, желоба и питатели. Во всех этих местах пылевыделение происходит вследствие падения кусков материала с некоторой высоты, а потоки воздуха распространяют образующуюся пыль по производственным помещениям.

Безопасность и удобство обслуживания и ремонта оборудования обеспечиваются устройством ограждений вокруг движущихся частей и площадок обслуживания, достаточных по размерам для работы эксплуатационного и ремонтного персонала, размещения на них запасных частей и снятых при ремонте деталей. Все площадки на высоте более 0,3 м над полом должны иметь прочные перила высотой не менее 1 м. Размещение машин в цехах должно допускать свободное перемещение обслуживающего персонала, возможность доставки запасных частей к местам ремонта и уборки демонтированных деталей. Трубы и желоба должны быть укрыты под площадками или подняты над проходами на высоту не ниже, чем 2 м над полом.

8.4. Оборудование для воздушной сортировки материалов и пылеосаждения

В крупных производствах и при получении особо тонких порошков разделение последних на классы осуществляется методом раздельного высаживания частиц из несущей среды под действием сил тяжести.

В качестве несущей среды при сухом измельчении чаще всего применяют воздух, реже – дымовые или инертные газы, а при мокром измельчении – воду.

Простейшим сепаратором, в котором частицы разделяются под действием сил тяжести, является отстойный газоход (рис. 8.24). Измельченный материал в потоке газа через штуцер 3 поступает в камеру. Скорость газового потока в камере уменьшается, а сам поток меняет направление за счет перегородок 5. Поэтому твердые частицы начинают отделяться из потока и под действием сил тяжести осаждаются. Наиболее крупные частицы будут осаждаться в первом сборнике, во втором – более мелкие, а самая тонкая фракция будет выноситься потоком из отстойника. В дальнейшем эта фракция отделяется от потока в специальных аппаратах – фильтрах, циклонах и т. п.

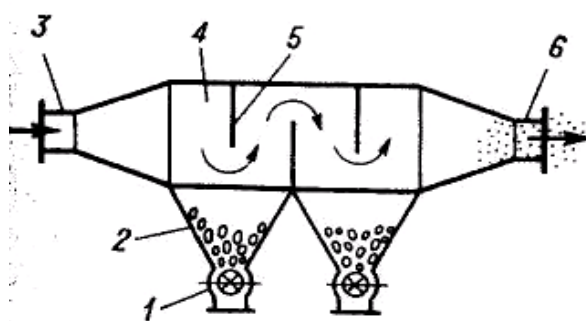
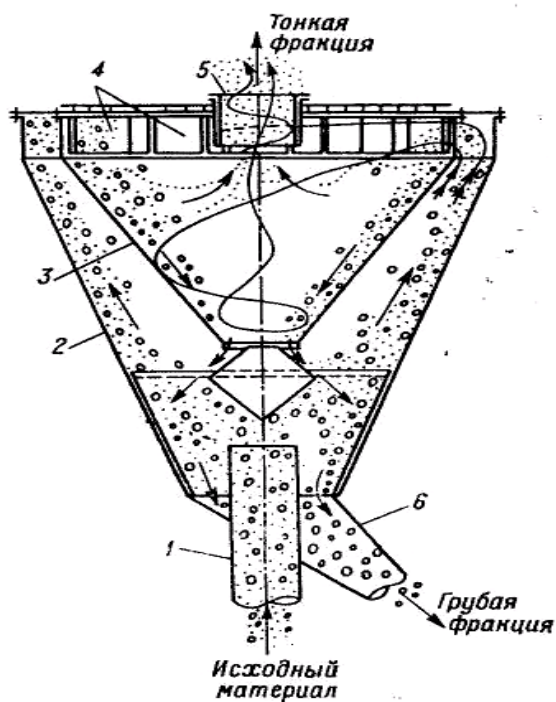


Рис. 8.24. Отстойный газоход: 1 – ячейковый выгрузатель; 2 – сборник фракций; 3 – штуцер питания; 4 – корпус газохода; 5 – направляющие перегородки; 6 – выходной штуцер

Воздушные сепараторы обычно работают в одном агрегате с мельницей. На рис. 8.25 представлен воздушно-проходной сепаратор. Измельченный материал в потоке воздуха поступает через патрубок 1 в кольцевое пространство между корпусом 2 и внутренним конусом 3.



Вследствие увеличения в этом пространстве проходного сечения конуса 3 скорость частиц снижается, они опускаются и удаляются через патрубок 6. Газовый поток с мелкими частицами выходит через патрубок 5 и далее подается в циклон. Работу сепаратора можно регулировать путем изменения скорости воздуха или положения лопаток. При

Рис. 8.25. Воздушно-проходной сепаратор: 1 – входной патрубок; 2 – корпус; 3 – внутренний конус; 4 – лопатки; 5 – патрубок для удаления тонкой фракции; 6 – патрубок для удаления грубой фракции

мокром методе размола для разделения на фракции применяют гидравлические классификаторы, разделяющие зерна в потоке жидкости, – отстойники, механические классификаторы и гидроциклоны. По принципу работы отстойники практически не отличаются от работы отстойных газоходов, разница заключается лишь в использовании несущей среды.

Спиральные и реечные механические классификаторы состоят из неподвижного корпуса (корыта) и непрерывно действующего транспортного устройства для сбора и удаления песков – крупных осаждающихся частиц, которые вновь подаются на доизмельчение в мельницу. Например, спиральный классификатор (рис. 8.26) имеет наклонное корыто 1 полуцилиндрического сечения с насаженной на вал спиралью 2, частично погруженной в жидкость, и высоким порогом 3, через который удаляется взвесь мелких частиц – слив. Пески осаждаются в нижней части корыта и при помощи спирали, делающей 2,5 – 17 об/мин, транспортируются в верхнюю часть корыта и здесь выгружаются. Кроме односпиральных, применяются также двухспиральные классификаторы с двумя спиралями в одном корпусе.

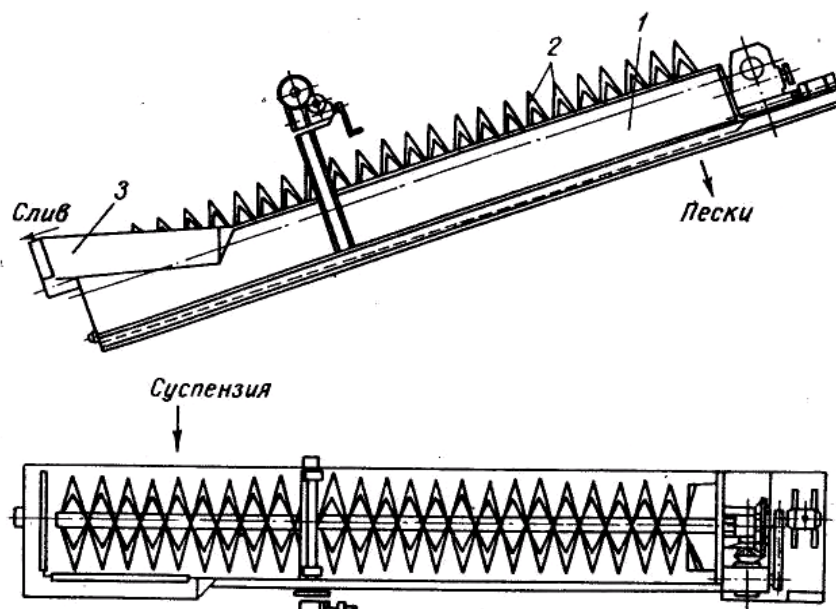


Рис. 8.26. Спиральный классификатор: 1 – наклонное корыто; 2 – спираль; 3 – порог

Разделение под действием центробежных сил

Наиболее эффективными аппаратами для разделения по сравнению с отстойниками считаются циклоны-сепараторы и гидроциклоны.

Принцип разделения сыпучих материалов под действием центробежных сил основан на том, что при вращении материалов вместе с несущей средой более крупные частицы, обладая и большей центробежной силой, перемещаются к периферии. Простейшим сепаратором этого типа можно назвать циклон (рис. 8.27). Носитель (газ или жидкость), содержащий твердые частицы через штуцер 2 тангенциально (по касательной к окружности) вводится в корпус 1, приобретая при этом вращательное движение. В таком потоке на частицу «*m*» действуют три главные силы: сила тяжести, которая увлекает частицу вниз; центробежная сила, выталкивающая частицу в радиальном направлении, и сила давления потока, заставляющая частицу двигаться по окружности. Траекторией движения частицы является спираль. Достигнув стенки аппарата, частицы под действием силы тяжести будут двигаться по коническому дну к штуцеру 4. Мелкие частицы, не успевшие достигнуть стенки аппарата, вместе с носителем будут продвигаться к штуцеру 3. При этом на крутом повороте у входа в штуцер 3 выносятся самая мелкая фракция. В рассматриваемом аппарате материал делится в основном на две фракции – нижнюю и верхнюю. В технике разделения материалов на фракции циклоны и гидроциклоны вследствие простоты конструкции и высокой производительности находят все большее применение. Для удовлетворения разнообразных нужд промышленности создан ряд типоразмеров циклонов производительностью по газу в одиночном циклоне от 20 до 90 000 м³/ч.

К числу нормальных циклонов НИИОГАЗ относятся циклоны ЦН-15, ЦН-15у, ЦН-11 диаметром до 800 мм и ЦН-24 диаметром до 1000 мм. Указанные циклоны отличаются друг от друга углом

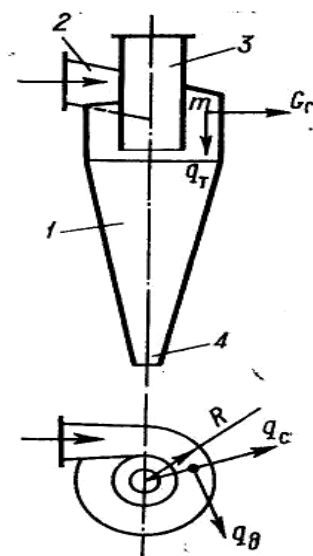


Рис. 8.27. Схема циклона-сепаратора: 1 – корпус; 2 – входной штуцер; 3 – выходной штуцер; 4 – штуцер для отвода крупной фракции

наклона входного патрубка. Цифры при ЦН (циклон нормальный) указывают величину этого угла в градусах. Из всех типов циклонов ЦН наиболее употребительным считается циклон ЦН-15. При ограниченных габаритах по высоте применяется циклон ЦН-15у (укороченный), но при этом несколько снижается коэффициент извлечения. Для извлечения твердой фазы, состоящей из крупных частиц, при больших концентрациях в газе в качестве первой ступени извлечения применяют высокопроизводительный циклон ЦН-24. Для осаждения твердых частиц размером 5 – 10 мкм рекомендуется устанавливать циклоны типа ЦН-11.

Лучше чем обычными пылевидные твердые продукты улавливаются батарейными циклонами, состоящими из ряда параллельно включенных циклонов малого диаметра (150 – 250 мм). Батарейные циклоны могут работать с переменной нагрузкой при выключении и включении отдельных элементов батареи.

Чтобы выбрать из всего многообразия типоразмеров циклонов наиболее подходящий для данного конкретного случая, необходимо сравнить характеристики всех типов циклонов (приводятся в справочниках). При выборе циклона определяющей будет та задача, которую он должен решать. Если требуется извлечь из пылегазовой смеси твердую фазу с очень мелкими частицами, размер которых составляет несколько микрон, предпочтение отдают циклонам типа ЦН или батарейным (БЦ). Так же поступают и в том случае, когда необходимо произвести наиболее полное извлечение ценной или, наоборот, вредной твердой фазы.

Воздушные сепараторы сортируют мелкоизмельченный материал по крупности и истинной плотности с помощью воздушного потока. Частицы материала в воздушном потоке находятся под воздействием сил тяжести, инерции и сил давления и трения, создаваемых воздушным потоком.

8.5. Оборудование для гидравлической классификации и электромагнитного обогащения материалов

Сущность процесса гидравлической классификации и обогащения материалов заключается в разделении смеси частиц на классы по крупности в жидкой среде за счет различной скорости осаждения ча-

стиц, находящихся под действием гравитационных или центробежных сил и сил противодействия жидкой среды, т. е. почти так же, как и при воздушной сепарации. Отличие заключается в том, что при осаждении частиц в жидкости они испытывают сопротивление трения, которое зависит от вязкости жидкости, и динамическое сопротивление, определяемое скоростью движения частиц. Силы трения преобладают для частиц размером менее 0,1 – 0,2 мм, для частиц размером более 1 – 2 мм основным будет динамическое сопротивление. Иногда исходный материал разделяют на несколько классов и используют все классы, например при получении шлифовальных порошков разной тонкости (минутники). Чаще материал делят на два класса и используют один, называемый готовым продуктом. Неиспользуемый материал идет в отходы, а процесс классификации приобретает характер обогащения.

Коэффициент выхода готового продукта определяют по формуле

$$k = \frac{m_{об}}{m_{исх}} 100 \%,$$

где $m_{об}$ – масса обогащенного материала, кг;

$m_{исх}$ – масса исходного продукта, кг.

Для обогащения песка, гравия, щебня широко применяют простейший вид классификации – промывку, при которой существенно повышается качество строительных материалов за счет удаления в слив с промывочной водой загрязняющих примесей – ила, глинистых частиц, органических веществ.

При производстве высокомарочных бетонов применяют обогащенный и классифицированный песок, получаемый на классификаторах различных конструкций.

Камерный классификатор (рис. 8.28, а) состоит из удлиненного расширяющегося желоба 4, разделенного вертикальными перегородками на увеличивающиеся по объему шесть камер. В нижней конусной части каждой камеры имеется сливное отверстие, закрытое коническим клапаном, управляемым электромагнитным устройством 6, которое срабатывает по командам двух датчиков, размещенных в гидростатической трубке 5.

Датчики настроены на определенный верхний и нижний предел плотности пульпы в камере так, что, когда осевшие частицы повышают плотность пульпы на определенном уровне камеры до заданной величины, клапан открывается, обеспечивая слив порции и понижение плотности пульпы. Это позволяет закрыть клапан, то есть классификатор работает в автоматическом режиме.

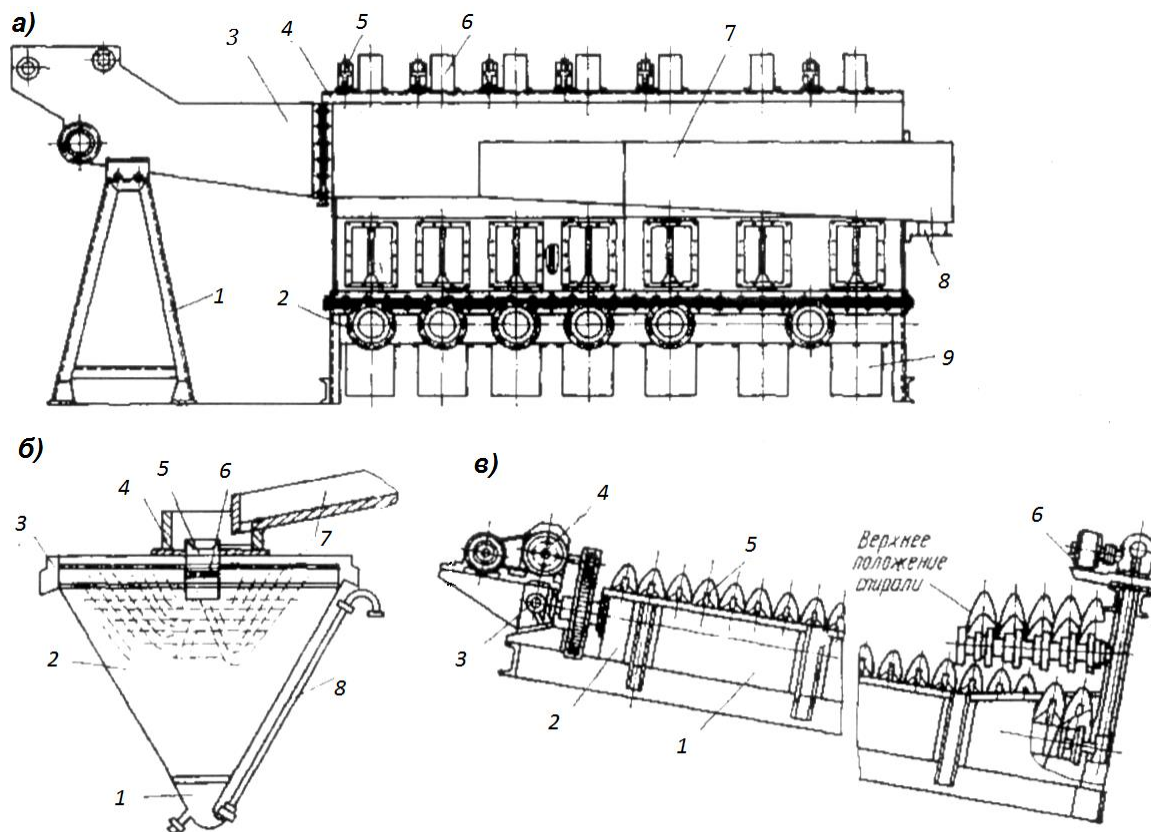


Рис. 8.28. Гидравлические классификаторы: а – камерный; б – конусный; в – спиральный

Исходную пульпу в классификатор подают по лотку 3 (см. рис. 8.28, а), который опирается на стойки 1. По трубопроводам 2 в камеры снизу подают воду, которая, двигаясь снизу вверх, не может помешать осаждению частиц, имеющих скорость осаждения, превышающую скорость восходящего потока, а более легкие частицы уносит в следующие камеры. Слив поступает в желоб 7 и удаляется через отверстие 8, а фракционированный песок отводят по рукавам 9 и используют.

Для промывки песка применяют конусные, речные, спиральные, дражные, чашевые классификаторы, гидроциклоны и другие устройства.

Конусный классификатор (рис. 8.28, б) состоит из конического корпуса 2 с кольцевым сливным лотком 3, патрубком 1, разгрузочной сифонной трубкой 8 и загрузочного устройства с лотком 7, приемником 4, трубой 5 и решеткой 6.

При движении жидкости песок промывается, оседает и удаляется с частью воды по сифонной трубке, а загрязнявшие песок илистые и органические примеси переливаются вместе с водой через кромку, конуса и отводятся по лотку.

Спиральный классификатор (рис. 8.28, в) состоит из наклонного корыта 1, вала с двухзаходной ленточной спиралью 5 и приводом 4, подъемного механизма 6 для установки спирали в различных положениях путем поворота вокруг шарнирной опоры 3. Пульпа непрерывно подается в корыто и перемешивается лопастями. Загрязняющие примеси с водой сливаются через торцовый борт, а осевший песок продвигается лопастями по наклонному днищу, обезвоживается на участке днища, возвышающемся над уровнем пульпы, и сбрасывается на разгрузочный лоток 2. При диаметре спиралей от 300 до 1000 мм суточная производительность одновальных классификаторов от 6 до 190 т по сливу и от 25 до 465 т по пескам, а двухвальных – до 1100 т по сливу и до 18500 т по пескам.

Подобно спиральному классификатору в *речном и дражном классификаторах* промывка песка также происходит в корыте с наклонным днищем, но перемешивание пульпы и продвижение осевшего песка обеспечивают или рейки, укрепленные на подвижной раме, или скребки, приводимые в движение двумя параллельными шарнирно-пластинчатыми цепями.

В *чашевом* классификаторе перемешивание пульпы обеспечивают гребки, вращающиеся над слегка конусным днищем чаши, имеющем в центре разгрузочное отверстие.

Прямоточный гидравлический классификатор (рис. 8.29, а) предназначен для разделения песка и песчано-гравийной смеси по граничному зерну в пределах от 0,5 до 3 мм. Пульпу под давлением до 0,3 МН/м² подают по трубе 1 через расширяющийся патрубок 4 в осадительную камеру 6, в которой скорость потока снижается настолько, что уносится и отводится по трубе 7 лишь мелкая фракция, а крупная,

превышающая размер граничного зерна, осаждается и поступает в классификационную камеру 3. Так как в эту камеру вместе с крупными зернами может осесть и некоторое количество мелких, то для их выноса в кольцевой коллектор 8 по трубе 2 подают чистую воду, часть которой, двигаясь вверх, уносит мелкие частицы в осадительную камеру. Остальная часть воды используется для гидротранспортирования крупной фракции по трубе 10. Спиральные лопатки 9 придают восходящему потоку вращательное движение, что облегчает отделение и осаждение крупной фракции. В осадительной камере установлен регулируемый по высоте отбойный щиток 5. Пять типоразмеров прямооточных гидравлических классификаторов (диаметр осадительной камеры от 910 до 2910 мм) обеспечивают производительность по исходной гидросмеси от 100 до 1600 м³/ч, а по исходному продукту – от 20 до 300 м³/ч при эффективности классификации от 85 до 95 % и граничном зерне в 1,2 мм.

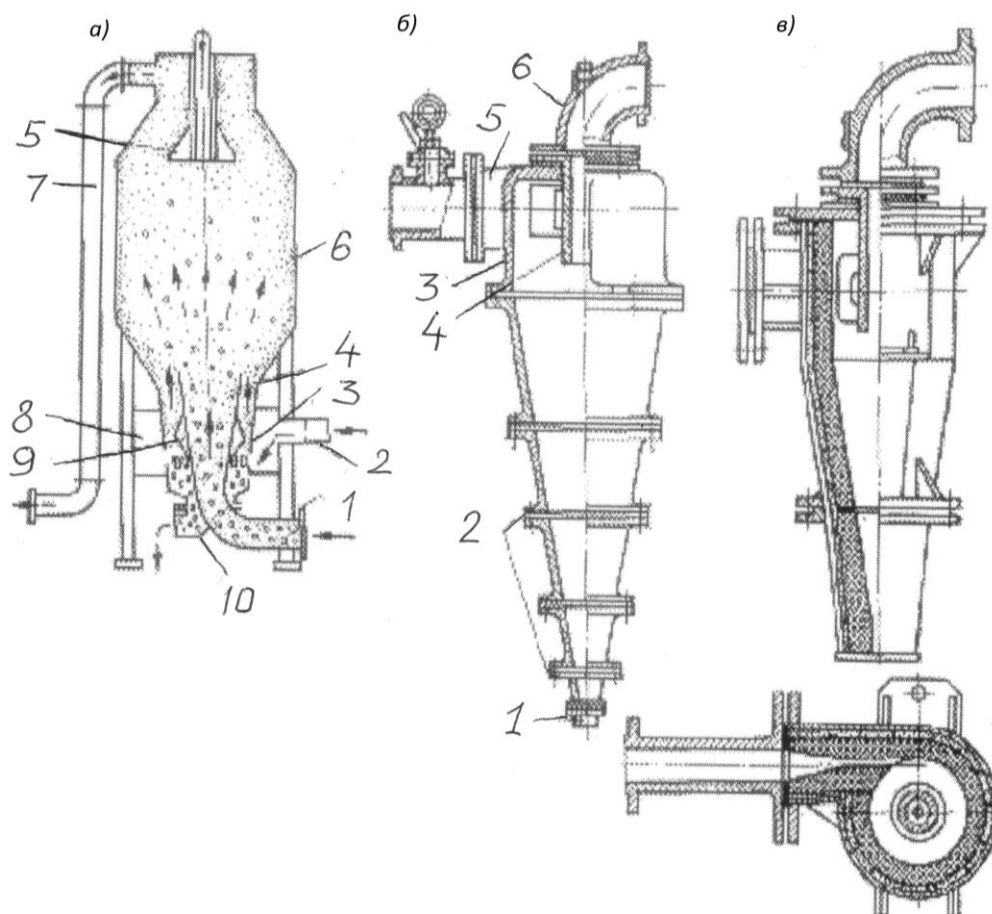


Рис. 8.29. Гидравлические классификаторы: а – прямооточный; б – литой сборный циклонный; в – гидроциклон сварной футерованный

Гидравлические циклоны используют для классификации по крупности частиц с размерами 10 – 500 мкм, для которых разделение под действием только гравитационных сил становится неэффективным и требуется использование центробежных сил инерции.

Гидроциклон сборный (рис. 8.29, б) состоит из литых конических секций 2 с разгрузочным патрубком 1 и из цилиндрического корпуса 3 с касательным подводящим патрубком 5, центральной трубой 4 и отводящим патрубком 6. В подводящем патрубке имеется направляющая втулка с сужающимся каналом, что обеспечивает значительное увеличение скорости потока в циклоне и более интенсивное выделение частиц материала из потока под действием центробежных сил.

Гидроциклоны тонкостенной сварной конструкции (рис. 8.29, в) для предотвращения износа корпуса футеруют каменным литьем или резиной. Гидроциклоны с диаметром корпуса от 75 до 1000 мм, углом конусности 20° и сечением питающего отверстия от 10×30 до 20×140 мм обеспечивают производительность от 3,6 до 600 м³/ч.

Гравиемоечные машины (прямоточные и противоточные барабаны, барабанные моечно-сортировочные грохоты, лопастные гравиемойки и др.) используют для обогащения гравия путем удаления загрязняющих примесей со сливной водой.

Гравиемоечный барабан (рис. 8.30, а) состоит из фундаментной рамы с опорными металлоконструкциями 1, загрузочным лотком 2 и разгрузочным лотком 8, из барабана 3 с лопастями 4, бандажами 5 и разгрузочным конусом 7, водоподводящей трубы 6, опорных и приводных роликов 12, получающих вращение от электродвигателя 9 через редуктор 10 и вал 11. Материал, загружаемый во вращающийся барабан, перелопачивается и продвигается лопастями, промывается, попадает в разгрузочный конус, а примеси удаляются с промывочной водой. Аналогично работает противоточный гравиемоечный барабан с внутренними спиральными лопастями (рис. 8.30, б).

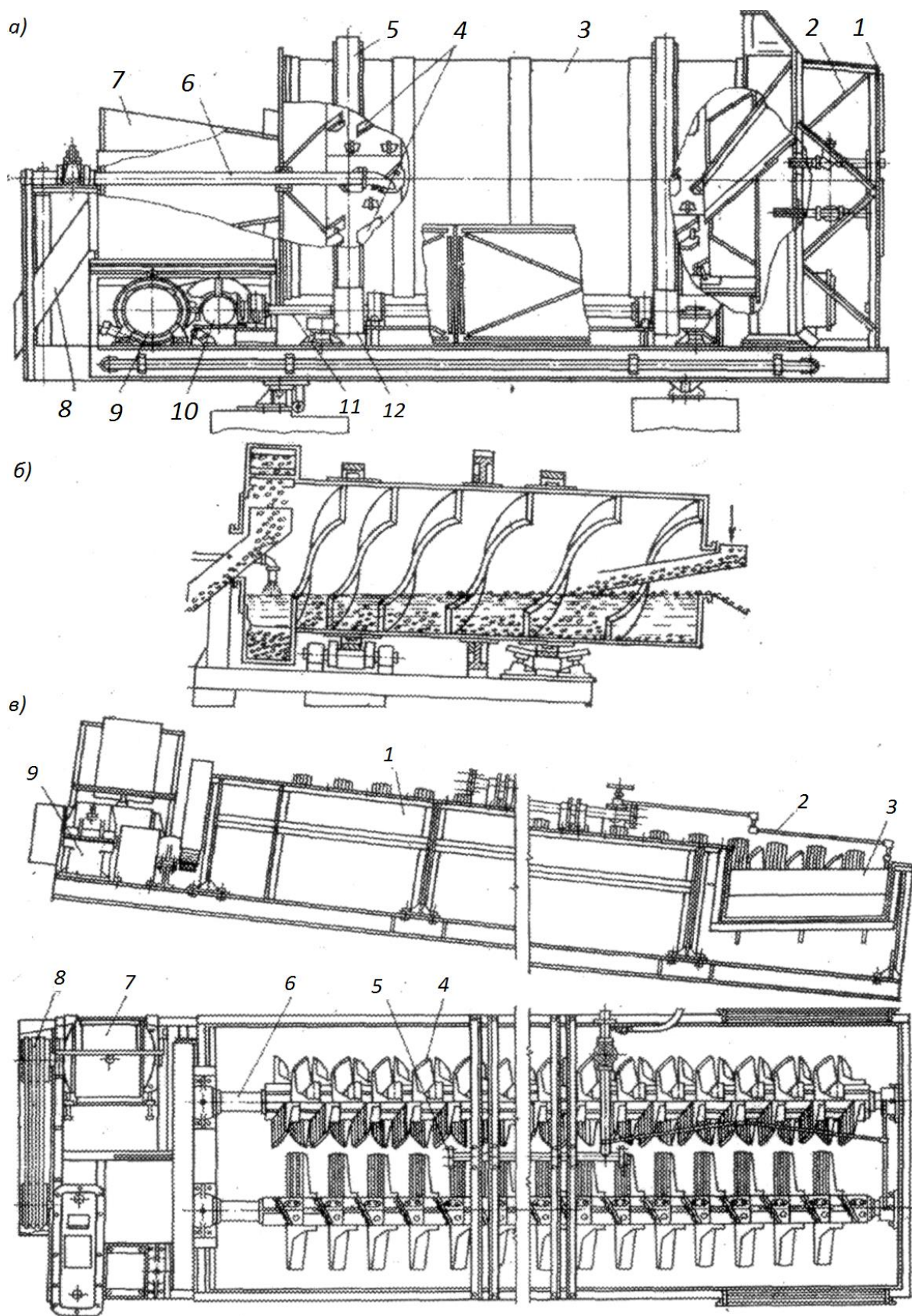


Рис. 8.30. Гравиметрические машины: а, б – барабанные; в – двухвальная корытная лопастная

Двухвальная корытная лопастная мойка (рис. 8.30, в) служит для промывки сильно загрязненного гравия, известняка, руд и других материалов, требующих интенсивной механической оттирки примесей от основного материала. Мойка состоит из наклонного металлического корыта 1 с двумя валами 6, вращающимися навстречу друг другу от электродвигателя 7 через клиноременную передачу 8, редуктора 9 и пары цилиндрических зубчатых колес. На валах закреплены лопасти 4, которые перелопачивают материал и продвигают его вверх по наклонному днищу к разгрузочному отверстию, а загрязняющие примеси сливаются вместе с водой через пониженные кромки бортов 3. Воду подают по трубам 2 и 5. При промывке материала крупностью до 100 мм, длине корыта 7000 мм, диаметре лопастей 1200 мм и угле наклона корыта 10° производительность мойки 125 т/ч.

Флотационный метод обогащения основан на различной смачиваемости пород жидкостями. Если на плоскую горизонтальную поверхность материала поместить каплю жидкости, то в зависимости от степени смачиваемости породы данной жидкостью сечение капли будет иметь различные очертания, а на границе трех сред (твердой, жидкой, газообразной) касательная к поверхности капли образует с горизонтальной плоскостью угол, величина которого характеризует степень смачиваемости (чем больше степень смачиваемости, тем больше угол).

Если основная порода (песок) хорошо смачивается, а вредные примеси (глина, органические частицы) смачиваются плохо или наоборот, частицы полезного материала смачиваются хуже частиц примесей, их можно разделить флотационным методом. Для этого предварительно измельченный материал подают в камеру в виде пульпы и интенсивно перемешивают при одновременном засасывании в жидкость воздуха. Тогда к плохо смачиваемым частицам пристают пузырьки воздуха, частицы всплывают на поверхность пульпы, образуя минерализованную пену, а хорошо смачиваемые частицы остаются в жидкости и с ней поступают в осадительные устройства. Для лучшего отделения примесей к жидкости добавляют различные

реагенты – пенообразователи (сырое сульфатное мыло и др.), понизители твердости (кальцинированная сода). В зимнее время воду подогревают.

Флотационным методом в промышленности строительных материалов обогащают, например, песок, предназначенный для получения высококачественного стекла.

Принцип действия *электромагнитных сепараторов* основан на различии действия магнитного поля на частицы, обладающие и не обладающие магнитными свойствами. Применяют электромагнитную сортировку для удаления из потока материала, поступающего на переработку, металлических предметов, которые могут вызвать поломку машин, для удаления мелких частиц железа и железосодержащих минералов, которые загрязняют сырье и снижают качество готовых изделий.

При обогащении железных руд с малым содержанием железа удаляют пустую породу. Для магнитной сортировки и обогащения применяют электромагнитные сепараторы сухого и мокрого, непрерывного и периодического действия, а для повышения их эффективности используют индукционные датчики и электронную усилительную аппаратуру.

Электромагнитные сепараторы для кусковых материалов крупностью более 5 мм представляют собой ленточный конвейер (рис. 8.31, а) с лентой 2, надетой на приводной 1 и натяжной 3 барабаны. В пазах приводного барабана уложены пластины трансформаторной стали с навитыми на них катушками, подключенными через осевой канал вала и контактные кольца к источнику постоянного тока. Благодаря этому между полюсами электромагнитов образуется сильное магнитное поле. Материал, не обладающий магнитными свойствами, свободно сыпается с барабана и по лотку 5 направляется в перерабатывающие машины, а стальные предметы и материал, содержащий железо, попадая в зону действия магнитного поля, притягиваются к ленте, огибают с нею электромагнитный приводной барабан и падают в бункер 4. При ширине ленты 500 мм и мощности двигателя привода 1 кВт производительность сепаратора 16 м³/ч.

Для улавливания случайных металлических предметов невыгодно ставить электромагниты большой мощности, а при малой мощности могут оказаться не удаленными стальные предметы, лежащие на поверхности слоя материала, или предметы из слабомагнитных и немагнитных металлов. Значительно эффективнее работает такой сепаратор с электронным металлоискателем (рис. 8.31, б). При прохождении металлического предмета над рамкой-датчиком 3, размещенной под лентой конвейера 4, индуктивность датчика изменяется, сигнал воспринимается и усиливается электронным блоком 1 и при помощи реле и магнитного пускателя 2 включается мощное электромагнитное устройство, улавливающее магнитный предмет. При немагнитных металлах отключается привод ленточного конвейера или срабатывает устройство, удаляющее посторонний предмет механическим путем.

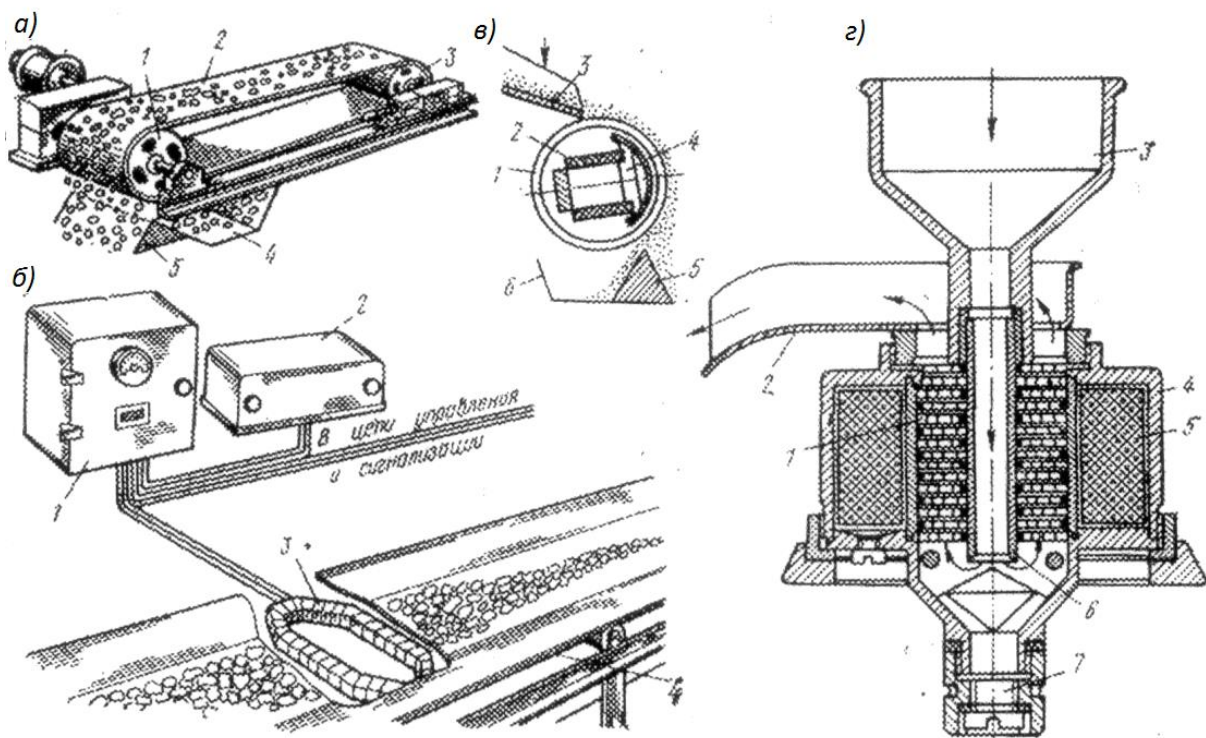


Рис. 8.31. Электромагнитные сепараторы: а – барабанный для кусковых материалов; б – с электронным металлоискателем; в – барабанный для порошковых материалов; г – фильтр-сепаратор для жидких масс

Барабанный электромагнитный сепаратор для магнитной очистки порошкообразных материалов (рис. 8.31, в) состоит из полого барабана 1, выполненного из немагнитных металлов (латунь, алюми-

ний) или пластмассы. Внутри барабана неподвижно укреплен электромагнит 2 так, что его разноименные полюсы 4 чередуются и образуют магнитное поле большой плотности в той части вращающейся поверхности барабана, на которую вибропитатель 3 тонким слоем подает материал. Магнитные частицы поступают в сборник 6, а остальной материал направляется лотком 5 на конвейер.

Электромагнитный фильтр-сепаратор (рис. 8.31, з) с концентрированным магнитным полем применяют для магнитной очистки жидких керамических масс. Сепаратор состоит из корпуса 4, кольцевого электромагнита 5 с решетчатыми полюсами 1, воронки 3, трубки 6 и сливного лотка 2. Жидкий материал заливают в воронку, он проходит по направлению, указанному стрелками, а металлические частички притягиваются и удерживаются полюсами. Периодически подачу материала прекращают, выключают ток, вывинчивают пробку 7 и промывают полюсы электромагнита проточной водой.

Вопросы для самоконтроля

1. Что называется измельчением и чем характеризуется процесс измельчения?
2. Какие способы измельчения материала вам известны?
3. Назовите виды измельчения материала.
4. Для какого вида дробления используют щековые и валковые дробилки?
5. Каковы достоинства конусных дробилок?
6. Каковы недостатки молотковых дробилок?
7. Для каких целей применяют дисмембраторы и каковы их достоинства?
8. Что представляют собой бегуны и на чем основано их действие?
9. Принцип работы струйных мельниц.
10. Принцип работы коллоидных мельниц.
11. Перечислите виды грохотов.

Глава 9. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДОЗИРОВАНИЯ И СМЕШИВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ

9.1. Бункеры и силосы, питатели и дозаторы

Бункеры изготавливают преимущественно стальными, силосы могут быть стальные или железобетонные и их используют для хранения и подачи на транспортные средства насыпных грузов. Силосы применяют для хранения сыпучих материалов, например цемента, используемого в производстве.

Бункеры применяют в установках трех типов: аккумулирующих, уравнивательных и технологических. Аккумулирующие установки служат для хранения насыпных материалов и снабжены устройствами для загрузки, выгрузки и измерения массы материала.

Уравнивательные установки являются промежуточными емкостями для насыпных материалов, обеспечивающими стабильность подачи материала при совмещении непрерывного и периодического транспорта. Технологические установки служат для временного хранения промежуточных продуктов производства.

По форме бункеры делят на прямоугольные, круглые и корытообразные. Прямоугольные имеют форму перевернутой усеченной пирамиды, в верхней части бункер может иметь вертикальные стенки. Круглые имеют вид конуса или конуса, совмещенного в верхней части с цилиндром. Корытообразные бункеры могут иметь форму трапеции, треугольной призмы, параболического корыта и т. п. (см. рисунок).

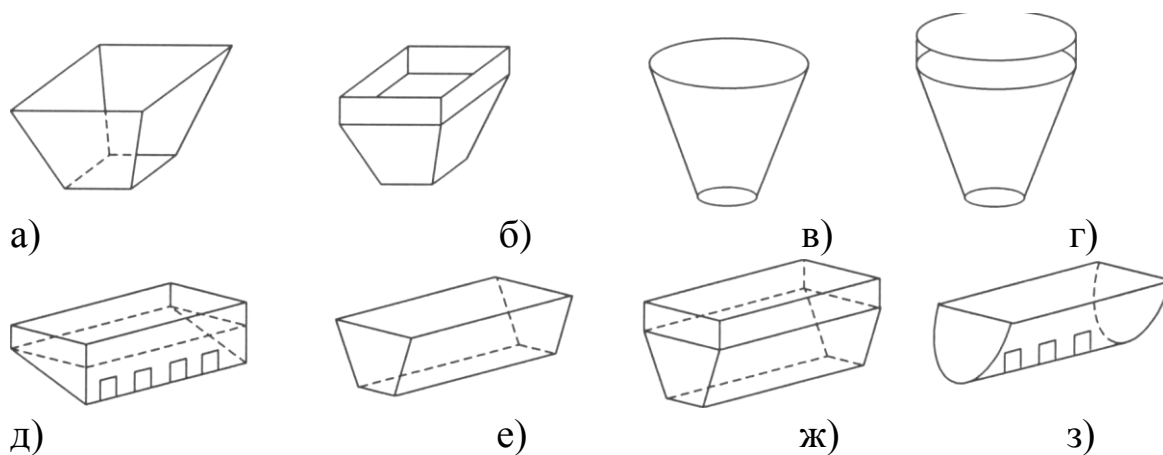
Прямоугольные бункеры могут иметь одно или два разгрузочных устройства – выпускные отверстия или трубы, размещенные в центре или сбоку бункера. Угол наклона стенок определяется в зависимости от характеристик материала.

Корытообразные бункеры с одним выпускным отверстием в виде щели, расположенной по всей длине бункера, называются щелевыми.

Разгрузка щелевых бункеров может быть свободной (гравитационной) или механической. Бункеры с механической разгрузкой снабжают питателями, равномерно выдающими материал.

Щелевые бункеры со свободной разгрузкой для регулирования процесса выгрузки и снижения нагрузки на конвейер снабжают под щелевым отверстием поперечными наклонными пластинами (колосниками). Такие бункеры применяются, например, для регулирования подачи на конвейеры составляющих при производстве комбикормов.

Материал выгружается из бункеров преимущественно гравитационно. В случае, когда возможно образование заторов, применяют вибраторы или механические выгрузатели. Последние представляют собой нож, сметающий материал с поддона щелевого бункера на приемный стол ленточного конвейера.



Основные виды бункеров и силосов: а – прямоугольные пирамидальные; б – прямоугольные призмопирамидальные; в – круглые конические; г – круглые цилиндрические; д – корытообразные треугольные; е – корытообразные трапецидальные; ж – корытообразные сложной трапецевидной формы; з – корытообразные параболические

Бункеры изготавливают преимущественно из металла в заводских условиях и затем устанавливают на месте эксплуатации. Такие бункеры легче и дешевле, достаточно долговечны при хранении сухих материалов, хорошо поддаются ремонту. Недостаток – при хранении влажного материала внутренняя поверхность корродирует, затрудняя высыпание материала. В ряде случаев бункеры изготавливают из железобетона, например, для спуска кускового камня в камнедробилки.

Бункеры могут быть открытыми и закрытыми в верхней части. Открытые бункеры применяются для несмерзающихся материалов, не боящихся влаги, например для щебня. Подается материал в открытые бункеры либо погрузо-разгрузочными машинами, либо ленточными или скребковыми конвейерами. Закрытые бункеры применяются для цемента, песка, мелкофракционных химических веществ и других материалов, боящихся влаги или смерзающихся. Материал подается в них закрытыми транспортерами или пневмотранспортом.

Силосы строят преимущественно из железобетона – сборного или монолитного. Основная часть силоса обычно представляет собой железобетонный или стальной цилиндр. Нижняя коническая часть силосов чаще бывает металлической для установки затворов и дозаторов. В ряде случаев силосы устраивают металлические, например, для хранения сухих компонентов пива на заводах силосы делают из нержавеющей стали.

Одной из проблем строительства бункеров и силосов является обеспечение свободного истечения материала, особенно таких материалов, как щебень, уголь и других кусковых и мелкокусковых материалов. Одна из причин ухудшения истечения – образование сводов над выпускным отверстием. Причем своды могут образовываться не только из кусковых материалов, но и из мелкофракционных, обладающих связностью.

Бункеры с нормальным истечением целесообразно применять только для кусковых химически стабильных материалов – щебня, угля. Бункеры со сплошным истечением рекомендуются для спекающихся или смерзающихся материалов. При выпуске происходит перемешивание материала, поэтому выпускную воронку таких бункеров можно использовать как смеситель.

Для кусковых плохо сыпучих грузов применяют выпускные гиперболические воронки, которые предупреждают сводообразование и повышают пропускную способность бункера. В них вертикальное давление уменьшается с увеличением глубины и стремится к некоторому постоянному значению, которое не так высоко, чтобы вызвать уплотнение материала.

Для устранения сводообразования связных насыпных материалов гидравлический радиус выпускного отверстия бункера должен превышать гидравлический радиус наибольшего сводообразующего отверстия.

Истечение сыпучих грузов из бункеров бывает нормальное, сплошное и гидравлическое. При нормальном истечении частицы находятся в движении лишь в зоне столба материала, расположенного над выпускным отверстием бункера, образуя воронку. Материал вдоль стенок бункера образует застойные зоны, в которых частицы неподвижны до тех пор, пока их не захватит воронка. Угол наклона конуса воронки примерно равен углу естественного откоса, вокруг центрального канала частицы неподвижны.

Нормальное истечение происходит в бункерах, в которых угол наклона стенок к горизонтали вблизи выпускного отверстия составляет $45 - 50^\circ$.

При сплошном истечении все частицы материала в бункере находятся в движении. В этом случае нет четко выраженной воронки. Такое истечение позволяет выравнивать поток материала, поступающего в бункер неравномерно. Такой характер имеет истечение в бункерах с углом наклона стенок $70 - 80^\circ$. В заполненном бункере с открытием выпускного отверстия нормальное истечение перерастает в сплошное при расширении зоны движущихся частиц, образуя так называемый объем обрушения.

9.2. Винтовые конвейеры

Винтовые конвейеры применяют для транспортирования на расстояние до 40 м в горизонтальном, наклонном и вертикальном направлениях сыпучих, порошкообразных (пылевидных), мелкокусковых и тестообразных грузов. Их производительность обычно не превышает 100 т/ч. Их основным достоинством является герметичность перемещения грузов. Однако они потребляют относительно много энергии, износ кожуха (желоба) машины и винта (лопастного вала) интенсивен. В зависимости от вида перемещаемого груза применяются различные разновидности лопастного вала. Грузы сыпучие и порошкообразные, не склонные к слеживанию, транспортируются валами со сплошной винтовой лентой (полностенные).

Слеживающиеся грузы перемещаются ленточными винтами: винтовая лента крепится к валу на кронштейнах. Лопастные валы (с отдельно расположенными лопастями) применяются для переноса тестообразных грузов. Мелкокусковые материалы транспортируются фасонными валами с фасонной лентой.

Конвейеры загружают через отверстия в верхней части желоба, а разгружают – через нижние отверстия. Наполнение желоба материалом составляет $0,125 - 0,4$ его диаметра в зависимости от типа груза. Диаметр желоба $0,1 - 0,8$ м.

Питателями называют машины, обеспечивающие равномерную подачу материала на транспортирующие установки, в дозирующие устройства и в перерабатывающие машины, что позволяет повысить их производительность, механизировать и автоматизировать процессы производства.

Классификация. По назначению питатели подразделяют на питатели для кусковых и сыпучих материалов, для жидких масс и жидкостей и для штучных изделий (подача деталей и заготовок на обработку, сборку, упаковку).

По характеру движения рабочего органа питатели бывают с поступательным движением (ленточные, пластинчатые, цепные), с колебательным движением (вибрационные, лотковые, плунжерные) и с непрерывным вращательным движением (дисковые, винтовые, барабанные, секторные, щелевые, ковшовые).

По способу установки питатели бывают стационарные и передвижные; опорные, устанавливаемые на фундаментах, и подвесные, прикрепляемые непосредственно к бункеру или к обслуживаемой машине.

По способу регулирования производительности питатели подразделяют на питатели с регулируемым приводом (число оборотов вала, частота и размах колебаний), с изменяемым уровнем материала, с изменяемым положением заслонок, скребков и т. п., а также с комбинированным регулированием. Функции питателей могут выполнять устройства непрерывного транспорта и грохоты, однако чаще применяют специальные машины. Параметры питателей регламентированы ГОСТами.

Ленточные питатели служат для равномерной подачи сыпучих и мелкокусковых материалов (с крупностью кусков до 50 мм) в перерабатывающие машины или на транспортирующие устройства. Ленточный питатель представляет собой короткий ленточный конвейер, установленный непосредственно под бункером так, что прорезиненная лента является днищем разгрузочного патрубка или наклонной тетки бункера и при движении выносит на себе материал, проходящий через проем в передней стенке бункера, прикрытый заслонкой.

Поднимая или опуская заслонку, механизмом регулируют высоту слоя материала на ленте питателя, а следовательно, и его производительность. Рабочая ветвь ленты питателя опирается на поддерживающие ролики и приводится в движение приводным барабаном от электродвигателя через редуктор. Натяжение ленты осуществляют винтовым натяжным устройством. Все узлы питателя монтируют на сварной станине.

Количество материала, выдаваемое питателем за одно качание, регулируют заслонкой, которую поднимают или опускают винтовым устройством. Сдвоенный лотковый питатель состоит из привода с роликоэксцентриковым механизмом станины с опорными рельсами и роликами, лотка, опирающегося на ролики и совершающего возвратно-поступательные движения. Материал из загрузочной воронки ложится на лоток и при его движении попеременно сыпается через пересыпные воронки на ленточные конвейеры или в перерабатывающие машины. Размах качаний лотка, а следовательно, и производительность питателя, регулируют эксцентриситетом механизма привода путем поворота внешнего эксцентрика на внутреннем. При эксцентриситетах e_1 и e_2 можно получить любое значение рабочего эксцентриситета e от $e_{\min} = e_1 - e_2$ до $e_{\max} = e_1 + e_2$. Лотковый питатель с электровибрационным приводом состоит из лотка и электромагнитного вибратора. Питатель подвешивают на пружинных амортизаторах так, чтобы лоток располагался под бункером и имел небольшой уклон в сторону движения материала.

Питатели с вращательным движением рабочего органа получили широкое распространение. Вращательное движение по сравнению с возвратно-поступательным отличается плавностью, отсутствием больших динамических нагрузок, требует менее сложного привода. К ним относятся тарельчатые, винтовые, секторные и ковшовые питатели. Тарельчатые (дисковые) питатели применяют для непрерывной регулируемой подачи сыпучих и мелкокусковых материалов с предельным размером кусков до 150 мм в перерабатывающие машины. Тарельчатый питатель состоит из станины, диска, привода с электродвигателем, клиноременной передачей и червячным редуктором, сбрасывающего скребка с регулировочным устройством и патрона, надетого на разгрузочный патрубок бункера. Диск снаружи охватывает кожух, имеющий разгрузочную течку. Для предотвращения пыления кожух закрывают крышкой. Положение патрона над диском регулируют винтовым устройством. Сыпучий материал свободно высыпается из бункера на диск и располагается на нем под углом естественного откоса в виде усеченного конуса, наибольшие размеры которого зависят от радиуса патрона и высоты слоя материала. При вращении диска скребок сбрасывает набегающий на него материал в течку, а из патрона на диск поступает новый. Таким образом, за один оборот диска скребок сбрасывает объем материала, который можно определить как разность между объемом усеченного конуса и объемом цилиндра.

9.3. Дозаторы

Дозаторами называют машины и устройства, обеспечивающие непрерывную или цикличную подачу материала в заданных по объему или весу количествах. Управление дозаторами бывает ручное, дистанционное и автоматическое. От точности дозирования компонентов зависят процентный состав сложных сырьевых смесей и качество готовой продукции. В промышленности строительных материалов дозаторы применяют в производстве керамики и огнеупоров, бетона и железобетона, стекла, теплоизоляционных и других материалов.

Объемные дозаторы по сравнению с весовыми проще, но при дозировании сыпучих материалов менее точны.

Объемные дозаторы цикличного действия представляют собой мерные емкости, снабженные специальными устройствами для облегчения загрузки материала и его выгрузки, а также для регулирования размера порции. В производстве бетона и на заводах железобетонных изделий дозируют такие разнородные компоненты, как песок, щебень, цемент и воду. Простейшим циклическим объемным дозатором для песка и щебня (инертных заполнителей) может служить мерный сосуд, который состоит из нижней емкости, вставленной в нее и закрепленной болтами верхней емкости, загрузочного секторного затвора, перекрывающего загрузочный патрубок и управляемого тягой и рычагом, разгрузочного клапанного затвора с рычагами управления. Объем порции регулируют положением верхней емкости относительно нижней.

Объемное дозирование воды осуществляют автоматическими дозаторами турбинного типа с дистанционным управлением, которые заменяют применявшиеся ранее дозирочные бачки с поплавковыми ограничителями наполнения. Принцип действия такого дозатора заключается в том, что поток воды проходит через индукционный датчик, в корпус которого вмонтирована турбинка водомера. На лопастях турбинки, изготовленных из немагнитного материала, укреплены стальные пластинки, воздействующие на магнитную систему, находящуюся в стакане. Взаимодействие пластины с магнитом вызывает импульс, улавливаемый прибором пульта. При совпадении числа импульсов с заданным их количеством устройство автоматически прекращает подачу воды в накопительный бачок и выдает порцию по назначению.

Число оборотов турбинки пропорционально количеству прошедшей через нее воды, а параметры турбинки подобраны так, что каждому импульсу соответствует 1 л воды. Переключатели пульта позволяют установить любую дозу от 1 до 400 л через каждый литр.

Объемные дозаторы непрерывного действия. Для объемного дозирования компонентов сложной шихты или массы применяют питатели различных типов, каждый из которых настраивают на производительность, соответствующую рецепту, выраженному в объемных процентах. Материал от каждого питателя поступает на сборный ленточный конвейер и направляется в смеситель непрерывного действия.

Дополнительные устройства позволяют дозировать 2 – 3 компонента одним питателем. Так, на керамических заводах для непрерывного объемного дозирования глины и выгорающих добавок применяют ящичный подаватель, который состоит из пластинчатого питателя с установленным над ним ящичком, имеющим заслонки. Днищем ящичка служит пластинчатая лента, при движении которой материал захватывается и уносится из отсеков ящичка слоями. Толщина каждого слоя зависит от высоты подъема заслонок и должна соответствовать процентному соотношению компонентов в массе по заданному рецепту.

Ящичный подаватель служит для грубого дозирования больших количеств материала. Если необходимо ввести в массу небольшие количества добавок, применяют питатели с более точной регулировкой производительности (винтовые, тарельчатые).

На заводах с непрерывным процессом производства объемное дозирование воды осуществляют при помощи пробкового крана с калиброванными отверстиями в сочетании с устройствами, обеспечивающими постоянное давление. Такими устройствами могут быть бачки постоянного уровня, центробежные насосы с мембранно-рычажными регулирующими клапанами или плунжерные насосы.

Плунжерный насос-дозатор состоит из сдвоенного плунжерного насоса с цилиндрами и рычагами, электродвигателя мощностью 1,7 кВт, цепного пластинчатого вариатора, позволяющего с пульта плавно изменять число ходов плунжеров от 0,23 до 1,41 в секунду, червячного редуктора с двойным кривошипным валом и станины.

На автоматизированных заводах, выпускающих товарный бетон для строительства, и в бетоносмесительных цехах заводов железобе-

тонных изделий широко применяют весовые дозаторы циклического и непрерывного действия, которые по сравнению с объемными дозаторами обеспечивают более высокую точность дозирования ($\pm 2\%$ для цемента и жидкостей и $\pm 3\%$ для песка и щебня), работают в автоматическом и полуавтоматическом режимах и допускают быструю переналадку на новый рецепт массы. Систему автоматического управления дозатором устанавливают в весовом шкафу или на циферблатном указателе.

Весовые дозаторы циклического действия бывают однофракционные, например для цемента, и двухфракционные – для инертных заполнителей и жидкостей. Применение двухфракционных дозаторов, у которых в один весовой бункер последовательно отвешивают два вида материала, позволяет сократить количество дозаторов и упростить схему их компоновки, хотя конструкция таких дозаторов несколько усложняется.

Автоматический дозатор АВДИ-425 для инертных материалов состоит из весового бункера, подвешенного к рычагам весовой системы и закрытого снизу затвором с рычагами и пневмоцилиндром, из загрузочных устройств с затворами и пневмоцилиндрами и из циферблатного указателя с механизмом взвешивания и механизмом автоматического управления. Циферблатный указатель опирается на балку, а весь дозатор подвешен к опорной раме.

Циферблатный указатель в корпусе имеет рамку с осью и стрелкой, которая перемещается по шкале при повороте оси шестерней, находящейся в зацеплении с зубчатой рейкой механизма взвешивания.

Весовой бункер через рычажную систему воздействует на тягу, проходящую через масляный затвор и соединенную с траверсой. Траверса нижними стальными лентами поворачивает рычаги и соединенные с ними грузы, а также рычаги, подвешенные на верхних гибких стальных лентах. При этом мостик, соединяющий рычаги, несколько поднимается и поворачивает стрелку зубчатой рейкой. Увеличивающийся момент от веса материала в бункере уравнивается возрастающим моментом отклоняющихся грузов механизма взвешивания.

Внутри корпуса циферблатного указателя возле его съемной задней стенки смонтирован механизм автоматического управления, позволяющий дистанционно (с пульта) взвешивать до шести различных заранее установленных порций материала.

Весовые дозаторы непрерывного действия применяют для весового дозирования отдельных компонентов сложной шихты или массы при непрерывном процессе производства и большой производительности, например, на бетонных установках и заводах производительностью 30, 60 мг/ч и более, а также на автоматизированных установках периодического действия, выдающих бетонную смесь разнообразных, произвольно чередующихся марок.

9.4. Классификация

По количеству агрегатов дозаторы непрерывного действия бывают одноагрегатные и двухагрегатные, по способу регулирования производительности – с изменяемым сечением потока материала, изменяемой скоростью движения ленты, изменяемой интенсивностью подачи материала на ленту и комбинированные; по конструктивным особенностям связей датчика и регулятора бывают с механической, электрической и электронной связью, с вибрационными барабанными питателями.

Одноагрегатный дозатор с изменяемым сечением потока материала и механической связью имеет ленточный питатель, роликовый датчик, рычажную систему, заслонку, весовую опору рамы питателя, расположенную по оси бункера, и привод ленты питателя.

Аналогичный дозатор, но с электрической связью датчика и регулятора имеет питатель, заслонку, ее привод, блок усиления сигнала датчика.

Одноагрегатный дозатор с изменяемой скоростью движения ленты и электронной системой регулирования имеет питатель, датчик, усилитель, командоаппарат, изменяющий передаточное отношение вариатора, находящегося в схеме привода между двигателем и редуктором.

Двухагрегатный дозатор с изменяемой интенсивностью подачи материала на ленту оснащен дополнительным вибрлотковым питателем, выдающим материал из бункера при включении электромагнитного вибратора. В зависимости от веса материала на ленте датчик посылает сигнал через электронный усилитель в устройство, которое

изменяет параметры тока электромагнитов вибратора, а следовательно, и амплитуду его колебаний.

Комбинированный двухагрегатный дозатор имеет устройства для изменения и автоматического поддержания в заданных пределах скорости движения ленты питателя и интенсивности подачи материала барабанным питателем из бункера.

Одноагрегатные весовые дозаторы проще, а двухагрегатные обеспечивают большую производительность при сохранении высокой точности дозирования.

Одноагрегатный весовой дозатор для инертных заполнителей (песка, щебня) состоит из рамы ленточного питателя, привода и подвижной заслонки, регулирующей толщину слоя материала на ленте.

Широкая прорезиненная лента надета на натяжной и приводной барабаны и приводится в движение от электропитателя через пластинчатый вариатор, редуктор и цепную передачу. Рама подвешена к бункеру на тягах так, что опорные призмы располагаются в плоскости, проходящей через центр разгрузочного отверстия бункера, и изменение высоты столба материала в бункере не влияет на равновесие рамы.

На боковых стенках бункера шарнирно укреплены рычаги с заслонкой, положение которой определяет толщину слоя материала на ленте. Равновесие при заданной толщине слоя достигается с фиксированием грузов на коромыслах.

При увеличении толщины слоя материала питатель наклоняется и рычагами опускает заслонку, что ведет к уменьшению толщины слоя, и равновесие восстанавливается. Производительность дозатора зависит от скорости ленты, которая приводится в движение от электродвигателя через вариатор, редуктор и цепную передачу, включаемую муфтой. Скорость ленты регулируют, изменяя передаточное отношение вариатора при помощи электродвигателя через червячный редуктор, цепную передачу и винт, имеющий участок с правой и левой резьбой.

Общий вид дозатора дает представление о компоновке его основных узлов. Производительность дозаторов рассчитывают по формулам производительности соответствующих питателей.

9.5. Смесители для сухих материалов

При изготовлении различных видов строительных материалов шихта (смесь), как правило, подбирается из различных компонентов. Качество готовых изделий во многом зависит от тщательности подготовки сырья, его однородности во всех частях по минералогическому и зерновому составу и влажности. Химические реакции в массах сложного состава протекают тем интенсивнее и полнее, чем равномернее распределены в общем объеме отдельные компоненты и чем больше поверхность их контакта.

Смесители для перемешивания порошкообразных масс могут быть как непрерывного, так и циклического (периодического) действия. К их числу относятся одновальные и двухвальные лопастные смесители непрерывного действия (прямоточные или противоточные); смесительные бегуны, смесители с г-образными валами, смесители принудительного перемешивания планетарного противоточного действия. Машины этой группы работают циклично. В машинах первого типа (с принудительным перемешиванием) материал готовится:

а) в смесительном корыте путем принудительного перелопачивания при помощи лопастей (одновальные и двухвальные смесители, растворосмесительные машины и т. д.);

б) во вращающемся смесительном барабане при одновременном встречном вращении лопастей (планетарные смесители, бетоносмесительные машины с принудительным перемешиванием и т. д.).

В машинах второго типа (гравитационных) материалы смешивают во вращающемся барабане, на внутренней поверхности которого укреплены лопасти. При вращении барабана лопасти несколько раз поднимают и сбрасывают вниз материалы, составляющие смесь, тем самым перемешивая их.

Эти машины применяются для приготовления смесей с крупными заполнителями, так как при наличии в материалах смеси крупных кусков (зерен) лопасти, вращающиеся в неподвижном барабане (корыте), быстро изнашиваются, а нередко и ломаются. Представителями машин этого типа являются бетоносмесители циклического действия с наклоняющимся барабаном и бетоносмесители непрерывного действия с горизонтально установленным барабаном.

Для перемешивания различных порошковых масс, например, производстве керамических изделий по методу сухого прессования, при производстве силикатных изделий, при подготовке шихты в стекольных производствах и так далее нашли широкое применение одновальные и двухвальные лопастные смесители непрерывного действия.

Одновальный смеситель применяется для перемешивания сухих, предварительно измельчённых компонентов с последующим транспортированием их в другой смеситель, где однородная по составу смесь увлажняется. Смесители данного типа находят применение в случаях, когда различные материалы из нескольких бункеров и дозирующих аппаратов требуется тщательно перемешивать и подавать для дальнейшей обработки (например, в установку для приготовления капсульной массы в производстве облицовочных плиток).

Смеситель состоит из металлического корыта, в котором установлен вал с винтовыми лопастями. Смесь размолотой глины и каолина перемешивается с мелким и крупным шамотом, поступающим из отдельных бункеров. Вал смесителя приводится во вращение от электродвигателя через ременную или цепную передачу и далее через зубчатую передачу.

Одновальный смеситель непрерывного действия предназначается для перемешивания сухих порошков, при этом в мешалки этого типа может быть добавлена вода. В этом случае сначала перемешивание производится всухую, а затем смесь увлажняется водой. Смеситель состоит из корыта с размещенным в нем валом, на котором по винтовой линии закреплены лопасти, установленные под определенным углом. Привод мешалки осуществляется от электродвигателя через ременную и зубчатую передачи. В последних моделях привод осуществляется непосредственно от электродвигателя через редуктор. Рассматриваемый одновальный смеситель используется также и для перемешивания пластичных материалов. Одновальные смесители этого типа вытесняются двухвальными смесителями.

Двухвальный смеситель непрерывного действия предназначается как для сухого перемешивания глины при полусухом производстве керамических изделий, так и при пластичном формовании изделий.

Двухвальный смеситель представляет собой металлический корытообразный корпус, в котором установлены два вращающихся навстречу друг другу вала с закрепленными на них по винтовой ли-

нии лопастями. Вращение валам передается от электродвигателя через фрикционную муфту, редуктор и зубчатую передачу. Лопастей установлены по винтовой линии под углом к плоскости, перпендикулярной оси вала. Лопастей на валу крепят так, что можно менять угол их установки. При увеличении угла наклона увеличивается шаг винтовой линии и вследствие этого скорость продвижения массы повышается. Очевидно, что при этом повышается производительность смесителя, однако качество перемешивания снижается.

Уменьшение угла наклона приводит к обратным результатам: удлиняется срок пребывания массы в смесителе, снижается производительность, но улучшается качество перемешивания. Оптимальный угол установки лопастей в каждом конкретном случае должен подбираться для обеспечения относительно высокой производительности при высоком качестве перемешивания.

Для увлажнения порошковой массы над смесителем устанавливают водопроводные трубы с мелкими отверстиями в них, через которые подается вода в виде тонких струй.

Наиболее эффективным методом увлажнения считается пароувлажнение масс, осуществляемое как при сухом, так и при пластичном способах производства. При пароувлажнении происходит прогрев массы, чем обеспечивается повышение качества изделий при последующей обработке. Глина увлажняется насыщенным паром низкого давления, который прогревает массу и затем, конденсировавшись, увлажняет ее.

В смесителях с паробоггревом днище корпуса состоит из стальных листов, чешуйчатое расположение которых обеспечивает проход пара к массе. В нижней части корпуса приварены конденсационные цилиндры. Пар подводится по трубе. Для уменьшения потерь тепла нижняя часть корпуса защищена термоизоляционным кожухом, заполненным минеральной ватой. Верх корпуса закрывается крышкой.

В случае необходимости дополнительного увлажнения водой она может подаваться по трубе. Масса подается через загрузочный люк, а отводится – через разгрузочный люк. Во избежание быстрого износа рекомендуется внутреннюю поверхность корпуса футеровать сменными накладками. Двухвальный противоточный смеситель применяется в случаях, когда требуется особо тщательное перемешивание массы. Лопастей на валу этих смесителей устанавливают с таким

расчетом, чтобы они, перемешивая, продвигали массу по направлению к разгрузочному люку, а лопасти на валу продвигали бы массы в обратном направлении. Вследствие того что вал вращается с более высокой частотой вращения, смешиваемая масса движется возвратно-поступательно, при этом обеспечивается высокое качество перемешивания.

Привод смесителя осуществляется от электродвигателя через ременную передачу или редуктор, при этом вращение быстроходному валу передается от тихоходного через зубчатую передачу.

Смесители периодического действия представляют собой двух-вальный лопастной смеситель с Z-образными лопастями, состоящий из корыта и двух коленчатых валов, связанных зубчатой передачей и вращающихся в корыте навстречу друг другу. Корыто обшито броней из стальных листов. Привод смесителя состоит из электродвигателя и редуктора. Муфтой он соединяется с одним из смесительных валов. Сбоку смесителя установлено устройство, с помощью которого поворачивается корыто мешалки при ее разгрузке. Части агрегата смонтированы на раме из швеллеров.

Машины этого типа подобно непрерывно действующим смесителям применяются как для сухого смешивания порошкообразных материалов, так и для увлажнения. По окончании перемешивания корыто смесителя поворачивается и из него высыпается масса. Профиль корыта и форма смесительных коленчатых валов подобраны таким образом, что весь материал интенсивно перемешивается.

Недостатки описанных смесителей: периодический цикл работы и связанная с этим небольшая производительность при высокой металлоемкости и значительном расходе рабочей силы на обслуживание. Кроме того, при увлажнении тонкокерамических масс образуются комки с повышенной влажностью, вследствие чего масса получается не вполне однородной.

Продолжительность смешивания устанавливается обычно в пределах 20 – 30 мин в зависимости от требуемой однородности массы, а время, затрачиваемое на загрузку и разгрузку смесителей, определяется степенью механизации и другими местными условиями. Противоточный бегунково-лопастной смеситель применяется для приготовления керамических масс при сухом смешивании, для смешивания порошкообразных масс с последующим увлажнением, как, например, в произ-

водстве штампованного изоляционного фарфора, облицовочных плиток и ковровой мозаики. Бегунковые смесители изготавливаются трех типов: с тремя перемешивающими лопастями, с двумя лопастями и двумя катками. В производстве керамических масс с высоким содержанием глины и каолина, например, для штамповки изоляционного фарфора, облицовочных плиток, где нужно получить массу без комков, равномерно увлажнённую и с минимальным содержанием воздуха, целесообразно использовать смеситель с двумя катками (бегунками) и двумя лопастями. Рабочие органы смесителя – катки и лопасти – закреплены на вращающихся крестовинах, оси которых расположены эксцентрично по отношению к оси тарелки, вращающейся в противоположном направлении. Таким образом, обеспечивается большая скорость перемещения лопаток и бегунков относительно смешиваемой массы. Эксцентричное расположение осей тарелки и перемешивающего механизма даёт довольно сложные траектории движения рабочих органов, многократно пересекающиеся и обеспечивающие интенсивное перемешивание материала.

Кроме вращающихся лопастей, в мешалке имеются неподвижные лопасти, подающие материал к лопастям и каткам при вращении тарелки.

Эксцентричное расположение осей ротора относительно центра вращения тарелки способствует интенсивному перемешиванию материала.

Бегунковые смесители – это машины периодического действия. Материал загружается в бункер, а затем на вращающуюся тарелку мешалки в установленном количестве с помощью скипового подъемника, представляющего собой ковш, перемещающийся по направляющим и опрокидывающийся в загрузочный бункер. Смеситель приводится в действие от электродвигателя через редуктор. По окончании процесса смешивания с помощью рукоятки открывается отверстие, находящееся в центре тарелки, и масса высыпается в воронку транспортного устройства или аппарата для последующей ее обработки. Чтобы устранить пыль, неизбежно выделяющуюся при работе быстроходного смесителя, весь его механизм закрывается герметическим кожухом с патрубком для присоединения к аспирационной системе. Загрузочный ковш поднимается вверх канатной лебедкой, приводимой в движение от общего электродвигателя мешалки при включении промежуточной передачи.

Смесители емкостью до 250 л снабжены одним смесительным механизмом, а емкостью 500 л и выше – двумя. Механизмы сдвоенного смесителя приводятся в движение от электродвигателя через шкив или редуктор, общий вал и конические зубчатые передачи и рукояткой открывают разгрузочный люк. Производительность бегунковых смесителей определяется их емкостью и продолжительностью процесса смешивания. Перемешивание сухих материалов длится около 2 – 3 мин, а перемешивание с последующим увлажнением (водой или глинистым шликером) – 4 – 5 мин. Таким образом, в зависимости от требований к однородности массы полный цикл при двойном (сухом и мокром) смешивании продолжается от 6 до 8 мин. Приводимые в каталогах данные о часовой производительности мешалок необходимо уточнять в соответствии с установленным для данной массы циклом смешивания и временем на загрузку и разгрузку мешалки.

При увлажнении и смешивании керамических порошкообразных материалов равномерная влажность массы, разрушение в ней комков и ускорение процесса смешивания обеспечиваются не только интенсивной работой смесителя, но и хорошим распылением подаваемой в нее влаги. Лучше всего вода распыляется форсунками, при этом влага распределяется в массе более равномерно и устраняется возможность появления комков.

Пневматический гомогенизатор. При приготовлении известково-песчаной смеси для производства крупноразмерных силикатных изделий особое требование предъявляется к качеству вяжущего, входящего в состав смеси.

9.6. Смесители для пластичных и жидких масс

Для пластичных и жидких масс после достижения однородности весьма важно сохранить ее и предотвратить расслаивание смеси, что также осуществляется путем ее непрерывного перемешивания.

Вяжущие вещества (цемент, известь, гипс) и вода являются активными составляющими. Именно в результате их химического взаимодействия получается искусственный камень. Для повышения качества камня необходимо, чтобы частицы вяжущего были равномерно увлажнены и обволакивали частицы заполнителя.

Применяются смесители для перемешивания жидких масс (шлама, шликера, глазурей, жидких керамических масс, асбестоце-

ментной массы, гипсовой массы). Смесители данной группы бывают как непрерывного, так и циклического действия. К числу этих машин относятся крановые, шламовые и грабельные мешалки непрерывного действия; пропеллерные, планетарные, грабельные, лопастные мешалки периодического действия.

Также применяются смесители для приготовления пластичных материалов (растворов, бетонных смесей, керамических масс). Эти машины бывают как непрерывного, так и циклического действия. Смесители этого типа по способу перемешивания материалов подразделяются на машины с принудительным перемешиванием и с перемешиванием при свободном падении материалов.

Гипсосмеситель непрерывного действия применяется при производстве гипсовой сухой штукатурки. В нем одновременно осуществляются процессы насыщения гипса водой и тщательное перемешивание с непрерывной выдачей готовой массы.

Гипсосмеситель состоит из следующих основных частей: корпуса гипсосмесителя, рамы, механизма подъема крышки и тетки для подачи гипса. Корпус смесителя сварной конструкции. С наружной стороны корпуса приварены бобышки, служащие для крепления рычагов, прижимающих крышку и днище к корпусу. В корпус вставлено литое алюминиевое кольцо. В центре корпуса расположен вертикальный пустотелый вал, вращающийся на двух опорах. Крышка смесителя, выполненная из листовой резины, с наружной стороны усилена угольником, имеющим форму кольца, к которому приварены две проушины, служащие для присоединения к подъемному механизму. В средней части крышки закреплен резиновый рукав конической формы. Верхняя часть рукава закрепляется хомутом на корпусе верхнего подшипника мешалки. К рукаву приклепан загрузочный патрубок, выполненный из листовой резины. В нижней части вала закреплены четыре лопасти, выполненные из нержавеющей стали. На концах лопастей расположены лопатки, предназначенные для перемешивания раствора. Над лопастями находится диск, служащий для равномерного распределения сухого гипса по рабочей полости смесителя. Внутри пустотелого вала смесителя помещена труба с вырезами в нижней части. В нижнем конце вала имеются отверстия.

Отверстия А сообщаются с полостью, расположенной над лопастями, а отверстия Б – с полостью, расположенной под лопастями. В

верхний открытый конец вала через сальник входит патрубок, служащий для подачи воды. Гипсовое тесто выходит через патрубок.

Гипсовое тесто готовится следующим образом. Вода, подаваемая через центральный патрубок, попадает в полый вал смесителя и по центральной трубе, вставленной внутрь вала, подводится к отверстиям (А и Б) в нижней части вала. При выходе из отверстий вода разбрызгивается в полости смесителя над и под лопастями, где встречается с поступающим через загрузочное устройство сухим гипсом, разбрасываемым вращающимся диском. При вращении лопастей с лопатками вода и гипс интенсивно перемешиваются. Готовое гипсовое тесто выливается непрерывным потоком на ленту конвейера. Производительность гипсосмесителя – до 10 т/ч. Установочная мощность электродвигателя – до 28 кВт.

Лопастной гипсосмеситель применяется при производстве гипсовых блоков. Гипсосмеситель состоит из корпуса, вала с лопастями, приемника гипсовой массы, привода и устройства для подачи воды. Корпус смесителя представляет собой основание с крышкой, соединенные шарнирами. Крышка закрепляется откидными болтами. В крышке корпуса смонтирован приемник гипсовой массы, а в основании корпуса имеется патрубок для выпуска гипсового теста в формы карусельной машины. Внутри корпус облицован листовой нержавеющей сталью. Вал с лопастями установлен на двух подшипниках. Лопасти крепятся винтами к коромыслам, жестко закрепленным на валу смесителя. Лопасти изготовлены из нержавеющей стали, а коромысла из латуни. Для очистки вала от гипсового теста служат два очистительных кольца. Вал смесителя приводится в движение от электродвигателя через клиноременную передачу. В приемнике установлено пустотелое кольцо, на внутренней стенке которого вырезана щель по всей окружности, через которую подается вода, смачивающая гипс до поступления его в смеситель.

Центробежный смеситель находит широкое применение в промышленности пластических масс. Материал из бункера поступает во вращающийся вместе с валом конус. Масса, находящаяся в конусе, при значительной окружной скорости его принимает форму параболаоида вращения и, пересыпаясь через края конуса, попадает в пространство между корпусом и конусом. При этом масса пересекает зону, захватываемую лопастями, свободно подвешенными на крышке

корпуса. Вращающийся в конусе материал передает часть своей кинетической энергии лопастям, которые при этом начинают вращаться с угловой скоростью, значительно меньшей, чем угловая скорость материала.

Угловая скорость лопастей снижается также при помощи тормозного устройства, размещенного на крышке смесителя. Таким образом, в кольцевом пространстве за счет разности окружных скоростей лопастей и материала обеспечивается его интенсивное перемешивание. Часть опускающегося вниз материала возвращается через специальные окна в конус. Смесь выгружается через патрубок в днище аппарата. Кратность циркуляции материала регулируется частотой вращения приводного вала и торможением подвесной мешалки.

Кроме описанных выше аппаратов для смешивания материала, в которых этот процесс происходит при непосредственном воздействии на перемешиваемый материал различного рода механизмов, применяют смесители, в которых использована кинетическая энергия воздуха или инертных газов.

Такие смесители работают по принципу создания «кипящего слоя» или псевдооживленного слоя порошкообразных материалов, широко применяемых в промышленности для проведения различных физико-химических процессов. Для перевода порошковых материалов в псевдооживленное состояние необходимо через их слои, лежащие на перфорированном днище аппарата, пропускать воздух (газ) в направлении снизу вверх.

Вопросы для самоконтроля

1. Для чего служат питатели?
2. Как классифицируются бункеры?
3. Для чего применяются бункеры с щелевым отверстием?
4. Когда применяются открытые бункеры.
5. Что представляют собой объемные дозаторы циклического действия?
6. На какой стороне имеет лопасти барабан в наших смесителях?
7. Для чего нужен гипсосмеситель?
8. Для чего нужны пароувлажнители?

Глава 10. МАШИНЫ ДЛЯ БЕТОННЫХ РАБОТ

10.1. Классификация смесительного оборудования

Получение бетонной и растворной смеси с заданными свойствами возможно при качественных исходных компонентах, точном и надежном дозирочном и смесительном оборудовании.

При смешивании должны выдерживаться следующие требования:

- обеспечение режимов работы для обнажения зерен вяжущего и заполнителя для повышения реакционной способности;
- равномерное распределение смеси по объему смесителя;
- предупреждение образования комков и пустот в смеси;
- недопущение измельчения зерен заполнителя.

Выполнение вышеуказанных требований определяется скоростью рабочих органов и частиц смеси, объемом приготавливаемого материала и длительностью процесса смешивания.

Смесительное оборудование классифицируется по следующим признакам:

- назначению: для приготовления бетонных и растворных смесей.
- степени подвижности: передвижные и стационарные.
- способу приготовления: гравитационные (перемешивание при свободном падении материала), принудительные (воздействие рабочих органов на приготавливаемую смесь).
 - характеру работы: непрерывный режим действия, циклический режим действия.
 - форме смесительного барабана: грушевидные, двуконусные, чашеобразные, корытообразные, цилиндрические.
 - типу привода: механический, гидравлический, пневматический.
 - типу силовой установки: электродвигатели, двигатели внутреннего сгорания.

В России исторически сложилась практика классификации смесительного оборудования по технологическому признаку, а именно, бетоносмесители и растворосмесители. Следует отметить определенную условность такого деления, в современной практике границы этого классификационного признака существенно размыты.

Степень подвижности в основном определяется объемом готового замеса в литрах следующего размерного ряда:

33, 65, 165, 250, 330, 500, 750, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000.

В бетоносмесителях принудительного перемешивания корпус смесителя остается неподвижным, а лопасти совершают вращательное движение и смешивают материал. В смесителях принудительного действия частицы смешиваемых материалов многократно перемещаются по сложным траекториям в лотках или горизонтальных чашах с помощью смешивающих устройств – движущихся лопастей, лопаток, скребков и кулачков, прикрепленных к горизонтальным или вертикальным приводным валам. Смесители принудительного действия имеют различные конструктивные решения и принципы работы. По этим признакам их можно разделить на следующие группы:

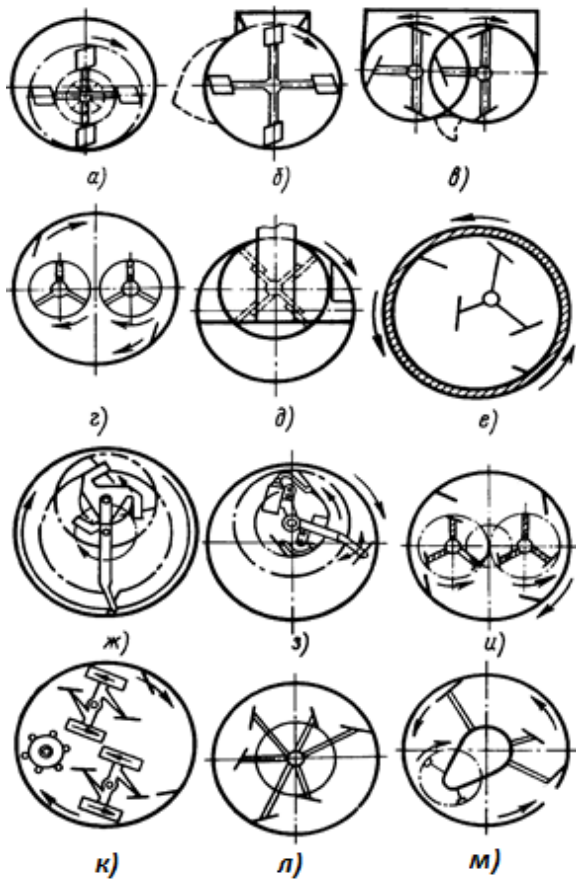


Рис. 10.1. Смесители принудительного действия

лопастные одно- и двухвальные с горизонтальным расположением валов вдоль смесительного лотка корытообразной или цилиндрической формы (рис. 10.1, а – в); прямоточные с вертикально расположенными валами и неподвижной чашей (рис. 10.1, з – е); противоточные с неподвижной горизонтальной чашей (рис. 10.1, ж) и чашей, вращающейся в направлении, противоположном вращению вертикального вала со смесительными устройствами (рис. 10.1, з – к); роторные турбулентного типа (рис. 10.1, л) с вертикальным валом и планетарно-роторные (рис. 10.1, м).

$$P_T = 3600 S v,$$

где $S = K_H \frac{\pi d^2}{u}$ – средняя площадь поперечного сечения потока смеси в корпусе;

P_T – производительность смесительных машин непрерывного действия с принудительным перемешиванием;

K_H – коэффициент наполнения;

$K_H = 0,28 - 0,34$;

d – диаметр лопастей, м;

v – скорость движения смеси в направлении продольной оси корпуса смесителя, м/с;

S – шаг лопастей, м.

Гравитационные смесители получили более широкое распространение по сравнению со смесителями принудительного действия. Они отличаются конструктивной простотой, меньшей металло- и энергоемкостью, но процесс перемешивания в них более длительный (в 1,5 – 2 раза), чем в бетоносмесителях принудительного действия.

Использование бетоносмесителей принудительного перемешивания для приготовления жестких смесей, смесей с повышенным содержанием цемента, мелкозернистых бетонов не только ускоряет процесс, но и повышает физико-механические характеристики бетонов.

Бетоносмеситель СБ-30-Г (рис. 10.2) объемом готового замеса 165 л состоит из рамы 1, смесительного барабана 2 с механизмом вращения и опрокидывания 3, загрузочного ковша 4 с механизмом подъема и опускания 5, дозатора воды 6 и пульта управления 7.

Смесительный барабан представляет собой цилиндрическо-коническую обечайку, внутри которой укреплено три лопасти. Барабан укреплен на выходном валу редуктора с помощью шпоночного соединения. Привод барабана состоит из электродвигателя и трехступенчатого редуктора.

Ковш, заполненный (дозированно) сыпучими материалами, поднимают по направляющим и, поворачивая, выгружают их в смесительный барабан. Затем включают механизм вращения и одновременно заливают определенным количеством воды. Для этой цели на раме установлен дозатор турбулентного типа. Дозу воды определяют визуально по стрелке дозатора.

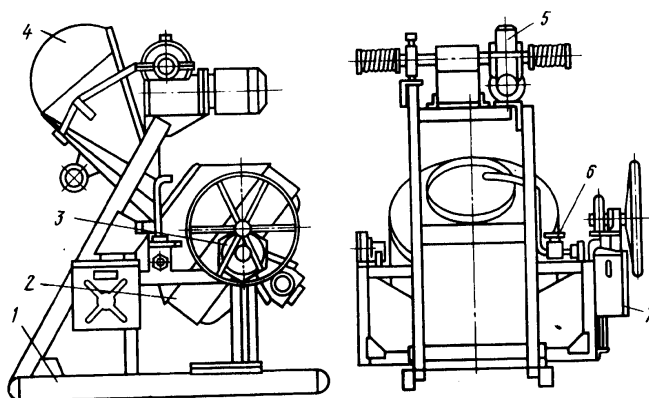


Рис. 10.2. Бетоносмеситель СБ-30-Г

10.2. Перспектива развития смесителей

Анализ работ, посвященных обзору технико-экономических показателей различных смесителей, показал, что в последнее время появились оригинальные конструкции смесителей для приготовления вязкопластичных строительных бетонных и растворных смесей. Объектами сравнения являлись гравитационные смесители и смесители принудительного действия.

Лучшими показателями обладают лотковые смесители, позволяющие готовить смеси с относительно низким В/Ц при наибольшей крупности заполнителей 100 – 180 мм, наименьшей продолжительности смешивания и выгрузки готовой смеси.

Европейским комитетом по строительному оборудованию в основу классификации циклических смесительных машин положен конструктивный признак самого смесителя: форма корпуса и расположение смесительных валов. По этому признаку смесители могут быть классифицированы следующим образом: гравитационные (барабанные); принудительного действия: тарельчатые с вертикально расположенными смесительными валами; лотковые с горизонтально расположенными смесительными валами.

Из всего парка смесительных машин, находящихся в эксплуатации, примерно 3/4 занимают барабанные (гравитационные) смесители, а остальная часть падает на тарельчатые и лотковые смесители (принудительного действия).

Известна разработка бетоносмесителя вибрационного типа на базе тарельчатого смесителя СБ-80. Смеситель (рис. 10.3) состоит из корпуса, лопастного механизма, ведомого колеса, центрального колеса, сателлитов, водила, пружин, шпинделя и мотор-редуктора. Ведомое зубчатое колесо, свободно расположенное на шпинделе, получает вращение от мотор-редуктора.

Создан смеситель гравитационно-принудительного принципа действия, схема которого показана на рис. 10.4.

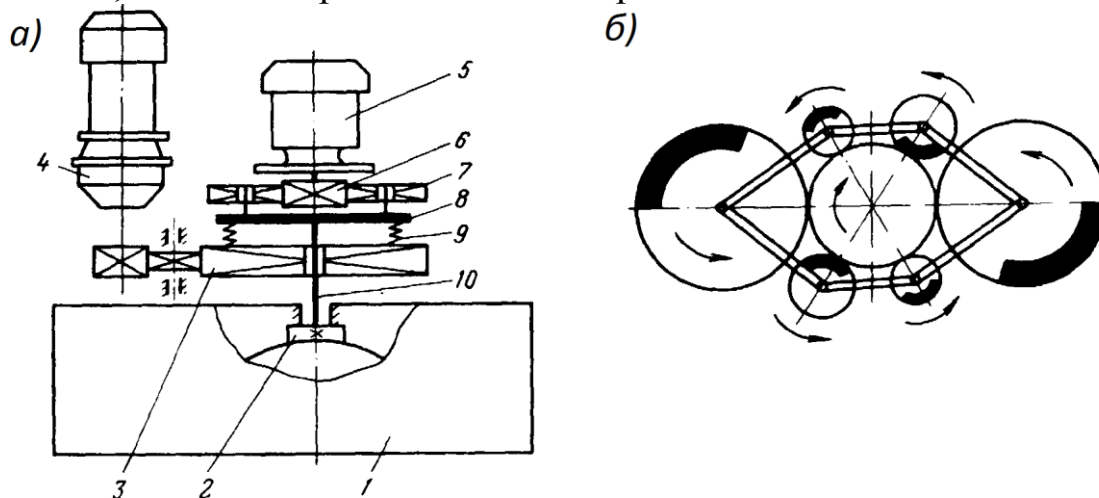


Рис. 10.3. Бетоносмеситель с активными рабочими органами: а – кинематическая схема; б – расположение сателлитов; 1 – корпус; 2 – лопастной механизм; 3 – ведомое колесо; 4 – мотор-редуктор; 5 – привод вибратора; 6 – центральное колесо; 7 – сателлиты; 8 – водило; 9 – пружины; 10 – шпиндель

Смеситель состоит из рамы, смесительного барабана с лопастями, лопастного вала, загрузочно-разгрузочного устройства, кольцевого токоприемника и пульта управления. Барабан и лопастной вал вращаются от индивидуальных электродвигателей.

Характерной особенностью смесителя является совмещение гравитационного смешивания лопастями барабана с принудительным смешиванием лопастями вала. Смешивание происходит под действием гравитационных сил, центробежных сил и сил, возникающих при воздействии лопастей вала на частицы смеси.

Достоинством смесителя можно назвать возможность приготовления широкого диапазона смесей, в том числе и смесей на пористых заполнителях.

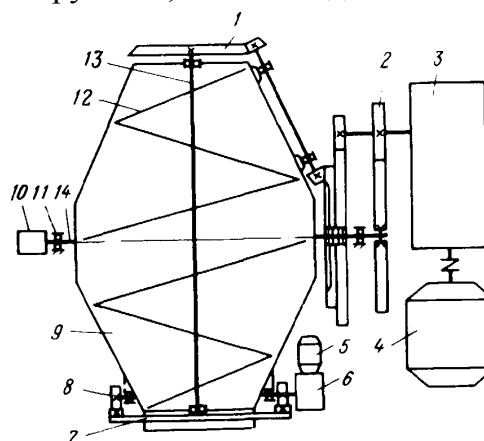


Рис. 10.4. Кинематическая схема смесителя: 1 – открытая зубчатая передача смесительных лопастей; 2 – открытая зубчатая передача барабана; 3, 6 – редукторы; 4, 5 – электродвигатели; 7 – шибер; 8 – открытая зубчатая передача шибера; 9 – барабан; 10 – кольцевой токоприемник; 11 – опорный подшипник; 12 – винтовые лопасти; 13 – вал; 14 – полуось барабана

10.3. Транспортирование смеси

В процессе перевозки бетонной смеси в транспортных средствах (самосвалах) смесь может подвергнуться расслаиванию. Этот процесс зависит от подвижности смеси, дальности и скорости перевозки, качества дорожного покрытия, температуры смеси и окружающей среды и ряда других факторов. Поэтому перевозка бетонных и растворных смесей в самосвалах запрещена большинством руководств и методик по проведению бетонных работ. Применяются специальные машины.

Автобетоновоз по сравнению с автосамосвалом имеет большую массу и более сложную конструкцию. Чтобы избежать негативных явлений, связанных с транспортированием смеси в транспортных средствах без побуждения, промышленностью разработана серия автобетоновозов, отличающихся от автосамосвалов формой кузова, предупреждающей расслоение смеси, возможностью встряхивания кузова после его опрокидывания, наличием верхней крышки, предохраняющей смесь от выветривания и высыхания.

Автобетоновозы предназначены для доставки смеси от завода до объекта на расстояние до 30 км при температуре окружающей среды ± 40 °С. Продолжительность перевозки зависит от температуры смеси и окружающего воздуха, качества дорожных покрытий, скорости перевозки, удобоукладываемости смеси и т. д. Автобетоновоз СБ-ПЗА (рис. 10.5), смонтированный на шасси автомобиля, имеет кузов обтекаемой мульдовидной (каплевидной) формы.

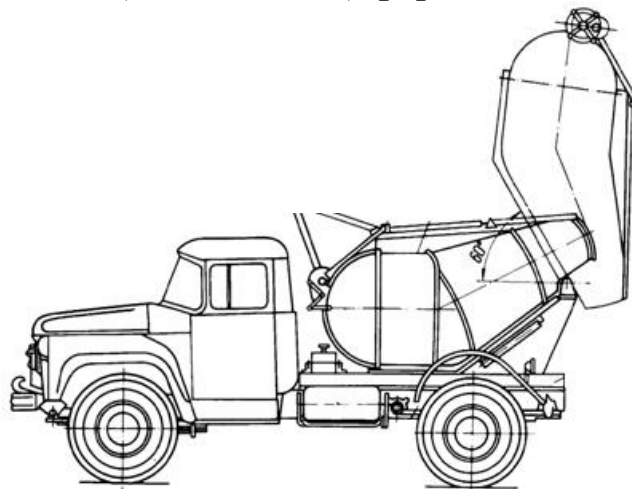


Рис. 10.5. Автобетоновоз СБ-ПЗА

Авторастворовозы предназначены для транспортирования, побуждения смеси в пути и порционной выдачи строительных растворов подвижностью 5 – 13 см на строительные объекты при темпера-

туре окружающей среды от -20 до $+40$ °С. Авторастворовозы в отличие от автобетоновозов имеют побудительный элемент, позволяющий побуждать раствор в пути.

Технологическое оборудование авторастворовоза (рис. 10.6) состоит из цистерны, побудителя с приводом, коробки отбора мощности от двигателя автомобиля, затвора, разгрузочного устройства, платформы запасного колеса, комплекта инструментов и принадлежностей.

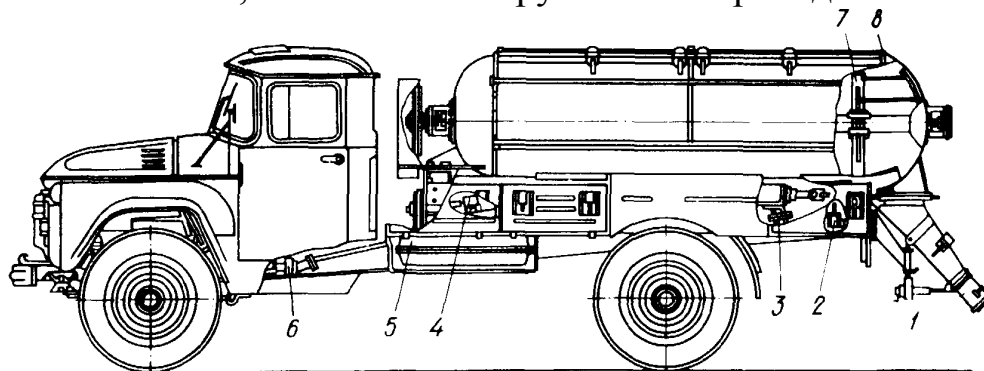


Рис. 10.6. Авторастворовоз СБ-89Б: 1 – разгрузочное устройство; 2 – рукоятка управления; 3 – затвор; 4 – блокирующий гидрораспылитель; 5 – привод побудителя; 6 – коробка отбора мощности; 7 – побудитель; 8 – цистерна

Использование бетоносмесителей принудительного перемешивания для приготовления жестких смесей, смесей с повышенным содержанием цемента, мелкозернистых бетонов не только ускоряет процесс, но и повышает физико-механические характеристики бетонов.

Автобетоносмесители предназначены для доставки отдозированных исходных компонентов, приготовления бетонной смеси в пути следования или по прибытии на строительную площадку, доставки готовой смеси и выдачи ее потребителю. Автобетоносмесители могут быть загружены сухими смесями от установок для выдачи сухих смесей, а также от стационарных и передвижных бетонных заводов, приспособленных для выдачи сухих смесей. Автобетоносмесители, как правило, могут работать только при положительных температурах окружающей среды.

В настоящее время ведутся работы по созданию автобетоносмесителей, которые могут работать и при отрицательных температурах. Обычно такие автобетоносмесители имеют барабан, выложенный снаружи теплоизоляцией в виде полистирола или шлаковаты. В этом случае в барабан должна быть загружена обязательно теплая или горячая бетонная смесь.

Автобетоносмеситель (рис. 10.7) состоит из рамы в сборе, барабана с приводом, загрузочно-разгрузочного устройства, бака с оборудованием для подачи и дозирования воды в барабан и механизмов управления. Рама укреплена на шасси автомобиля. К передней части рамы приварена поперечная рама под привод и стойка, на которой укреплен подшипник барабана. Задняя стойка также смонтирована на раме и служит для установки опорных роликов барабана и крепления загрузочно-разгрузочного устройства.

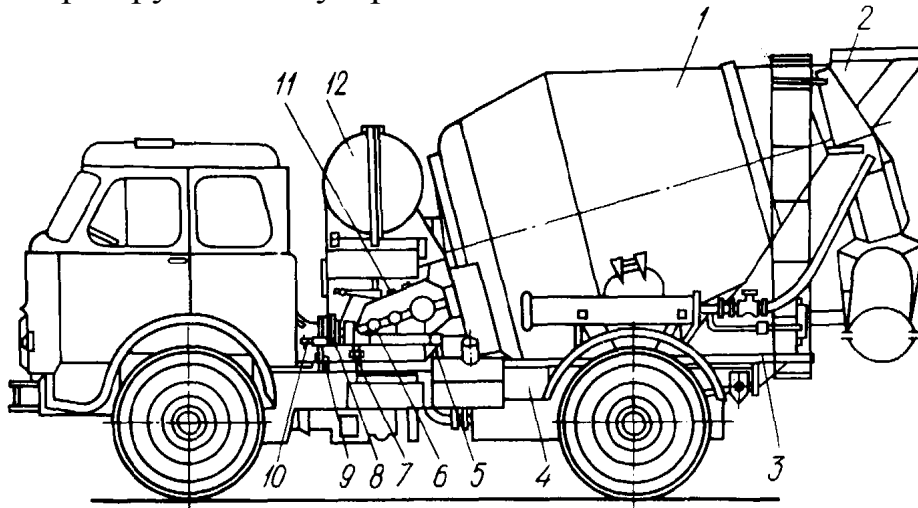


Рис. 10.7. Автобетоносмеситель СБ-69Б: 1 – барабан; 2 – загрузочно-разгрузочное устройство; 3 – рама; 4 – шасси; 5 – контрольно-измерительные приборы; 6 – привод; 7 – муфта; 8 – 11 – механизмы управления подачей топлива с муфтой сцепления, редуктором и декомпрессором; 12 – бак для воды

Техническая часовая производительность автобетоносмесителя, м³/ч,

$$P_T = \frac{60v K_{об} K_{вых}}{T_{ц}},$$

где v – вместимость барабана, м³;

$K_{об}$ – коэффициент использования объема барабана;

$K_{вых}$ – коэффициент выхода готовой смеси;

$T_{ц}$ – длительность цикла автобетоносмесителя, мин,

$$T_{ц} = \frac{60L(v_{гр} + v_{пор})}{v_{гр}v_{пор}} + t_3 + t_p + t_{п},$$

где L – дальность перевозки смеси, км;

$v_{гр}$, $v_{пор}$ – скорости движения соответственно гружёного и порожнего автобетоносмесителя, км/ч;

t_3 , t_p , $t_{п}$ – продолжительность соответственно загрузки, разгрузки и промывки барабана, мин.

10.4. Укладка бетонной смеси бетононасосами

В последнее время нашла применение укладка бетонной смеси по трубам с помощью бетононасосов. Трубопроводный транспорт используется при перемещении смеси на строительной площадке при невозможности или неэффективности подачи смеси автотранспортом, строительными кранами, ленточными конвейерами.

Применение бетононасосов является прогрессивным методом механизации подачи и укладки бетонной смеси, повышает эффективность и качество бетонных работ при возведении монолитных и сборно-монолитных конструкций. Использование бетононасосов обуславливает жесткий ритм в процессах укладки смеси и бетонирования конструкций, что повышает общий темп строительных работ.

Известны два конструктивных типа бетононасосов: поршневые и ротационные. Поршневые бетононасосы классифицируются на поршневые бетононасосы с механическим и гидравлическим приводом. Поршневые насосы с механическим приводом, имевшие ранее преимущественное распространение, в настоящее время применяются ограниченно.

Ротационные насосы обеспечивают перемещение бетонной смеси без непосредственного контакта смеси с металлическими деталями насоса, работают по принципу выдавливания смеси из гибкого шланга. При этом необходимо располагать шлангами надлежащей долговечности, чего в ряде случаев не удается достичь.

Ротационный бетононасос (рис. 10.8) состоит из приемного бункера, куда загружается готовая смесь. Внутри бункера вращаются три лопасти, подающие смесь в гибкий нейлоно-неопреновый шланг. Далее смесь продавливается по

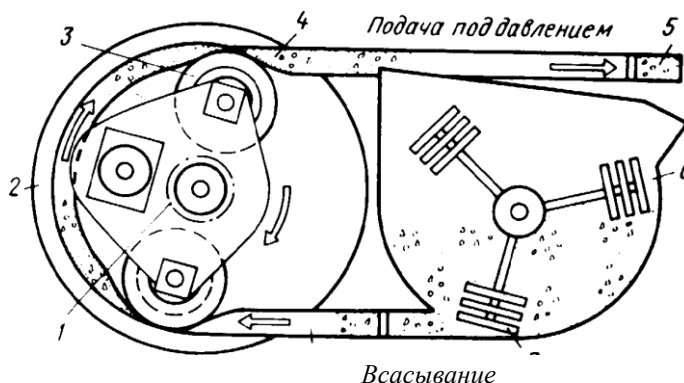


Рис. 10.8. Схема ротационного бетононасоса: 1 – планетарная передача; 2 – неподвижный корпус; 3 – ролики; 4 – гибкий нейлоно-неопреновый шланг; 5 – бетоновод; 6 – приемный бункер

шлангу двумя резиновыми роликами, перемещающимися по окружности от двигателя через планетарный механизм. Гибкий шланг расположен внутри цилиндрического барабана, внутри которого постоянно поддерживается разрежение, в связи с чем после выдавливания смеси шланг распрямляется и занимает первоначальное положение. При заполненном приемном бункере смесь препятствует проникновению воздуха и сама засасывается в шланг. При дальнейшем вращении роликов шланг сжимается и выдавливает новую порцию смеси в бетоновод, обеспечивая непрерывную ее подачу.

Наиболее пригодные для перекачивания ротационным бетононасосом смеси должны иметь подвижность 6 – 10 см при содержании крупного заполнителя до 55 % с максимальной крупностью до 25 мм. В связи с тем что давление, развиваемое бетононасосом, составляет 14 МПа, производительность его не превышает 60 м³/ч при дальности транспортирования по горизонтали до 90 м и по вертикали до 30 м.

В настоящее время наибольшее применение получили бетононасосы с гидравлическим приводом. Гидравлический привод обеспечивает плавное регулирование объемной подачи, гарантирует определенное давление на смесь, снижает трение в движущихся частях. Незначительные величины ускорений движений поршня и демпфирование механических ударов в конце тактов всасывания и нагнетания исключают вибрацию и толчки бетоновода. Небольшие гидравлические потери при движении по трубам позволяют транспортировать смесь на расстояние до 1000 м по горизонтали и до 300 м по вертикали.

Наибольшее распространение получили поршневые бетононасосы с гидравлическим приводом, отличающиеся надежностью в работе (рис. 10.9).

Поршневые бетононасосы с гидравлическим приводом производятся двух типов: с поршнем рабочего цилиндра, приводящимся в движение гидроцилиндром, и со свободно плавающим поршнем. Для более равномерной подачи смеси и тот и другой тип бетононасоса выпускают с двумя цилиндрами.

Бетононасосов с гидравлическим приводом с жесткой связью поршней в настоящее время выпускается значительно больше, чем бетононасосов со свободноплавающим поршнем. Наибольшая их производительность составляет $120 - 130 \text{ м}^3/\text{ч}$.

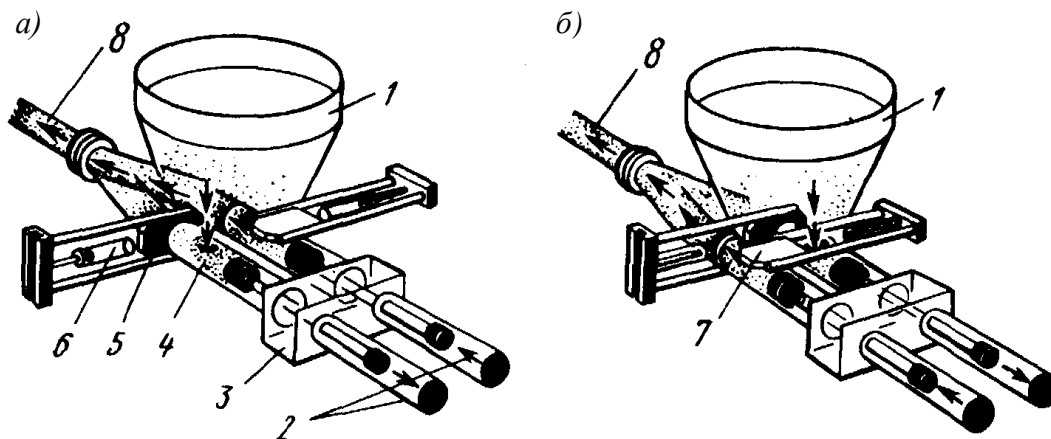


Рис. 10.9. Бетононасос СВ-85А: а – такт всасывания бетонной смеси в левый цилиндр и нагнетания из правого; б – то же в правый цилиндр и нагнетания из левого; 1 – приемный бункер; 2 – приводные гидроцилиндры; 3 – камера с промывочной водой; 4 – транспортный цилиндр; 5, 7 – вертикальная и горизонтальная шиберные пластины; 6 – гидроцилиндр шиберной пластины; 8 – бетоновод

В бетононасосе со свободноплавающим поршнем (рис. 10.10) последний совершает возвратно-поступательное движение с помощью попеременной подачи и разрежения, которые создаются многоступенчатым центробежным насосом.

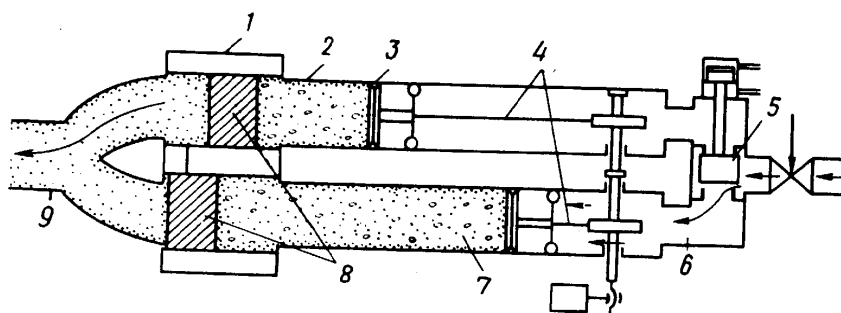


Рис. 10.10. Схема бетононасоса со свободноплавающим поршнем: 1 – приемный бункер; 2 – рабочий цилиндр; 3 – поршень; 4 – гибкая связь поршней; 5 – гидрораспределитель; 6 – вода; 7 – бетонная смесь; 8 – шиберные заслонки; 9 – бетоновод

Основным преимуществом насосов этого типа является более рациональное использование мощности приводного электродвигателя, заключающееся в том, что с увеличением сопротивления в бетоноводе снижается производительность бетононасоса, что достигается за счет применения центробежного насоса.

В зависимости от дальности и высоты подачи смеси производительность бетононасосов со свободноплавающим поршнем находится в пределах 10 – 25 м³/ч. Бетононасосы работают как от отдельного двигателя внутреннего сгорания, так и от двигателя автомобиля, что позволяет использовать их в районах, не имеющих энергоснабжения.

Бетононасос с гидравлическим приводом монтируется часто на шасси автомобильного типа (рис. 10.11).

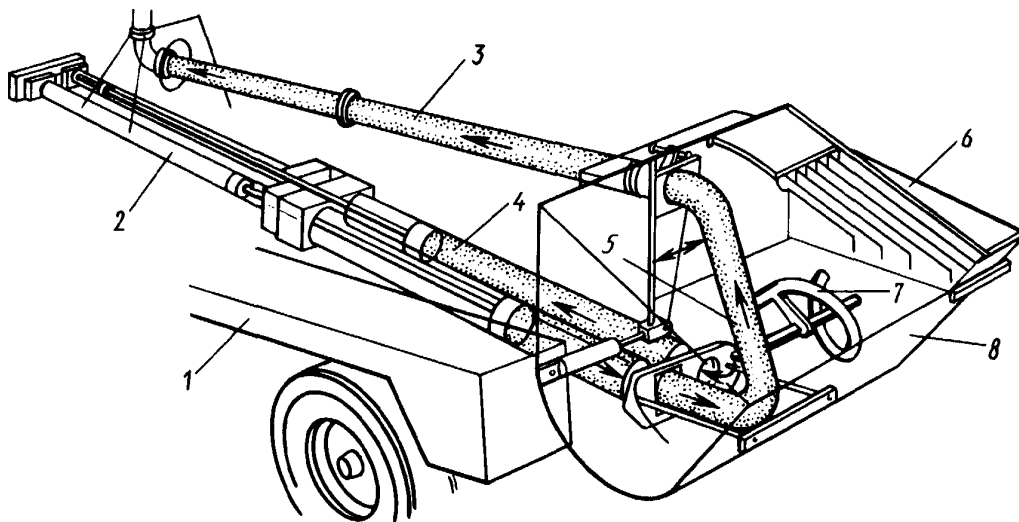


Рис. 10.11. Автобетононасос с гидравлическим приводом:
1 – автомобиль; 2 – гидроцилиндр; 3 – бетоновод; 4 – рабочий цилиндр; 5 – маятниковый патрубок; 6 – предохранительная решетка; 7 – мешалка; 8 – приемный бункер

Цилиндропоршневая группа гидравлического насоса включает в себя два приводных гидроцилиндра, два рабочих цилиндра, промывочную камеру со сливным клапаном и механизм переключения рычажного типа с гидрораспределителем.

Привод механизмов автобетононасоса состоит из коробки отбора мощности, карданного вала и четырех гидравлических насосов, три из которых с постоянной объемной подачей и один – с регулиру-

емой, а также устройства для крепления секций бетоновода. На раме установлены шланги и ящики для инструментов.

Техническая производительность поршневых автобетононасосов, $\text{м}^3/\text{ч}$,

$$P_T = 3600 S l n K_H,$$

где S – площадь поперечного сечения поршня, м^2 ;

l – длина хода поршня, м;

n – число двойных ходов поршня, с^{-1} ;

K_H – коэффициент наполнения, $K_H = 0,8$.

Дальнейшее повышение эффективности использования бетононасосов связано с применением манипуляторов (рис. 10.12).

Монтаж манипулятора на бетононасосе, который установлен на шасси автомобиля, позволяет подавать и укладывать смесь по всем направлениям на расстояние до 20 – 25 м без монтажа бетоновода, что значительно снижает трудоемкость и облегчает условия укладки смеси.

В настоящее время манипуляторы монтируют на конечных участках стационарного бетоновода значительной длины, а также на различных металлических конструкциях, например на башенных кранах. Манипулятор состоит из трех шарнирно соединенных секций, гидроцилиндров рычажных систем, ограничителя поворота с конечными выключателями и бетоновода, заканчивающегося гибким шлангом (рис. 10.13).

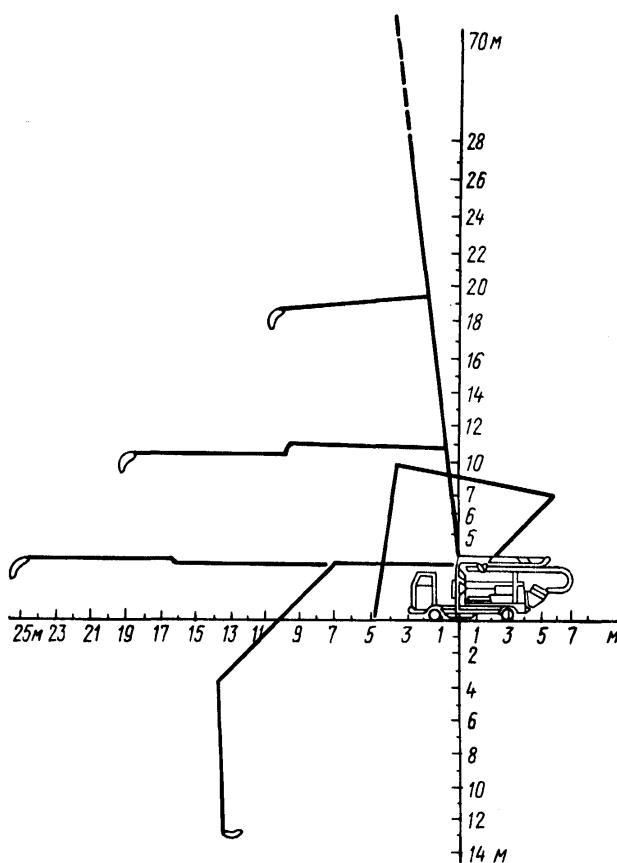


Рис. 10.12. Зоны действия автобетононасоса с трехсекционной распределительной стрелой

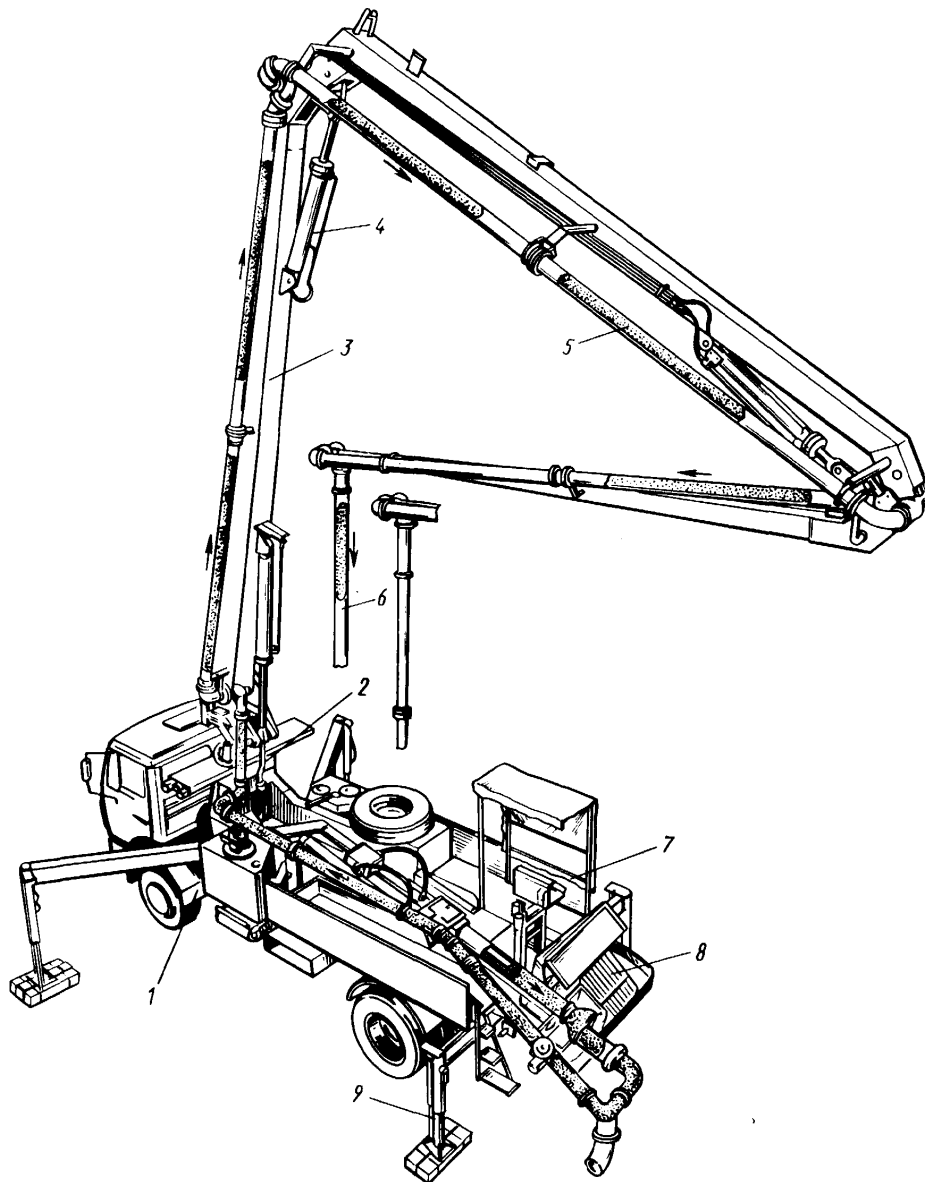


Рис. 10.13. Конструктивно-технологическая схема автобетононасоса: 1 – шасси автомобиля; 2 – коробка отбора мощности; 3 – стрела-манипулятора; 4 – гидравлический привод; 5 – трубопровод (бетоновод); 6 – гибкий рукав; 7 – пульт управления; 8 – приемный бункер; 9 – выносная опора

Автобетононасосы считаются более мобильными, что позволяет выполнять работы в различных условиях строительной площадки. В последнее время находят применение автобетононасосы-автобетоносмесители. На шасси автомобиля смонтированы барабан бетоносмесителя, бетононасос с распределительной стрелой манипулятора. Такое техническое решение позволяет совместить процесс транспортирования, приготовления и укладки смеси, что очень выгодно при возведении рассредоточенных объектов с небольшим объемом работ (рис. 10.14).

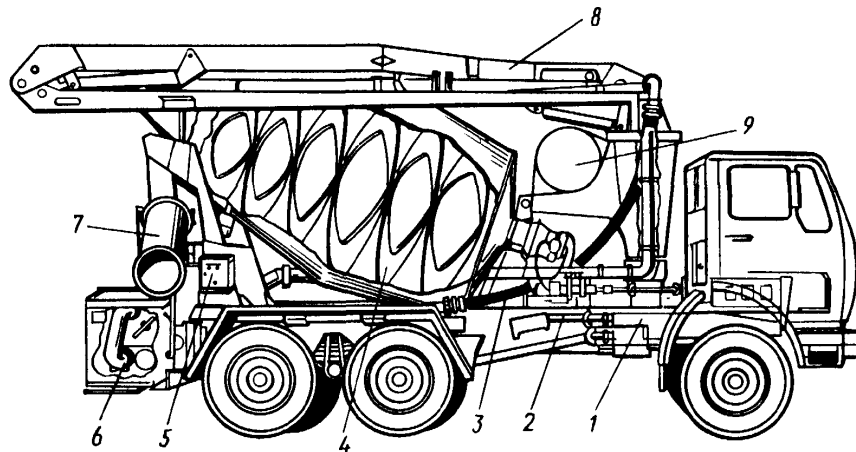


Рис. 10.14. Автобетононасос-автобетоносмеситель:
 1 – шасси автомобиля; 2 – гидропривод; 3 – гибкий бетоновод; 4 – барабан; 5 – пульт управления;
 6 – бетононасос; 7 – раздаточный лоток; 8 – манипулятор;
 9 – бак для воды

Трубопроводный транспорт позволяет перейти на качественно новый уровень ведения бетонных работ, резко снижает трудозатраты, полностью механизуя процессы. Существенно повышается и культура труда.

10.5. Уплотнение бетонной смеси

Назначение процесса уплотнения – обеспечить высокую плотность и однородность бетона. В основном бетонную смесь уплотняют вибрированием. Под действием вибрирования частицы заполнителя приходят в колебательное движение, бетонная смесь разжижается, приобретает повышенную текучесть и подвижность. В результате она лучше распределяется в опалубке и заполняет ее, включая пространство между арматурными стержнями.

Вибраторы подразделяют по способу воздействия на бетонную смесь: глубинные – с погружаемым в бетонную смесь вибронаконечником, или корпусом; поверхностные, устанавливаемые на уложенную бетонную смесь и передающие ей колебания через рабочую площадку; наружные, прикрепляемые к опалубке и передающие через нее колебания бетонной смеси.

Для выполнения работ при бетонировании широкой номенклатуры изделий и конструкций применяют ручные глубинные вибраторы с электрическим и пневматическим приводами.

Ручной электромеханический глубинный вибратор с гибким валом показан на рис. 10.15. Гибкий вал заключен в специальную броню, на поверхность которой надет резиновый рукав. Электродвигатель установлен на металлической подставке, предохраняющей его от погружения в бетонную смесь. При включении электродвигателя дебаланс обкатывается по конусу и совершает колебания. Бегунок-дебаланс совершает вращательное движение от гибкого вала через шпиндель, заключенный в подшипник. Чтобы колебания не передавались на гибкий вал, бегунок-дебаланс соединен со шпинделем упругой резиновой муфтой. При обкатывании бегунка-дебаланса возбуждаются колебания, которые вызваны инерционными силами эксцентрично вращающихся масс. Каждое обкатывание вызывает одно колебание. Частота колебаний корпуса вибратора не равна частоте вращения гибкого вала.

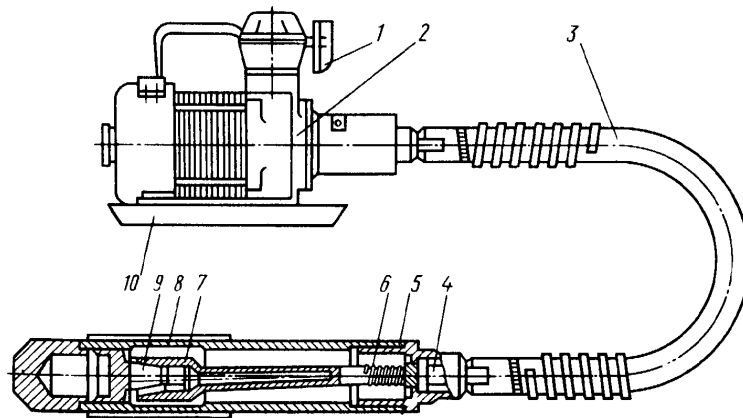


Рис. 10.15. Ручной глубинный вибратор с гибким валом: 1 – выключатель; 2 – электродвигатель; 3 – броня гибкого вала; 4 – гибкий вал; 5 – наконечник, 6 – пружинная муфта; 7 – дебаланс; 8 – корпус вибратора; 9 – конус; 10 – металлическая подставка

Техническая производительность глубинных вибраторов, $\text{м}^3/\text{ч}$,

$$P_T = \frac{3600 \pi r^2 l_k K_n}{t_1 + t_2},$$

где $r = (5 - 6)d_k$ – радиус действия вибратора, м;

d_k, l_k – диаметр и длина рабочей части вибратора, м;

K_n – коэффициент перекрытия зон уплотнения, $K_n = 0,7$;

t_1 – продолжительность вибрирования с одной позиции, с;

($t_1 = 20 - 50$);

t_2 – продолжительность перестановки вибратора, с.

Поверхностные вибраторы применяют при бетонировании неармированных или слабоармированных перекрытий, полов, сводов, дорожных и аэродромных покрытий толщиной до 25 см и конструкций толщиной до 12 см с пространственным армокаркасом (ИВ-91А, ИВ-92А, ИВ-98А, ИВ-107).

Поверхностный вибратор ИВ-91А (рис. 10.16) состоит из рабочей площадки размерами 1050×550 мм, на которой смонтирован электродвигатель. Вал электродвигателя снабжен двумя дебалансами. При вращении дебалансов возбуждаются колебания, которые передаются рабочей площадке, а через нее – бетонной смеси. Рабочая площадка корытообразной формы, что исключает попадание бетонной смеси в зону электродвигателя. Для перестановки по поверхности бетона вибратор снабжен ручками.

Техническая производительность поверхностных вибраторов по объёму уплотненной смеси, м³/ч,

$$P_T = \frac{3600 Ah}{t_1 + t_2},$$

где A – рабочая площадь основания вибратора, м²;

h – толщина слоя, прорабатываемого вибратором, м.

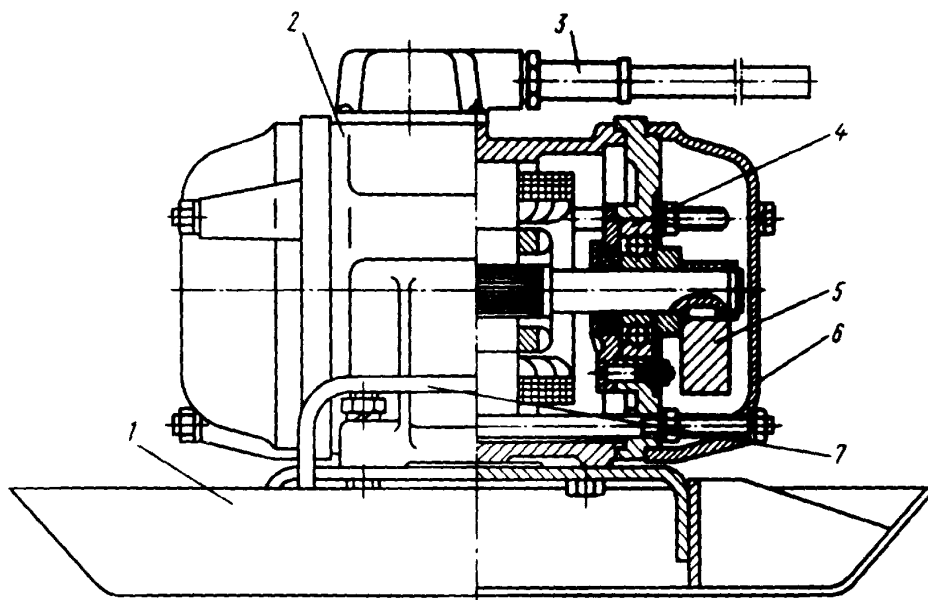


Рис. 10.16. Поверхностный вибратор ИВ-91А: 1 – рабочая площадка; 2 – электродвигатель; 3 – токопроводящий кабель; 4 – подшипники; 5 – дебаланс; 6 – корпус; 7 – ручка

Наружные вибраторы применяют для уплотнения бетонной смеси в различных конструкциях (колоннах, балках, стенах). Крепят их к опалубке. Вибраторы устанавливают на определенном расстоянии друг от друга. При этом следует располагать их так, чтобы не происходило взаимного гашения колебаний от соседних вибраторов, что резко снижает эффект уплотнения.

Вопросы для самоконтроля

1. Для каких целей применяются бункеры и силосы?
2. Какие формы бункеров предпочтительны?
3. Какие бывают дозаторы? Их классификация.
4. Как классифицируются смесители?

Глава 11. ОБОРУДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

11.1. Оборудование для заготовки арматуры

Основная операция при заготовке арматуры из прутковой стали – резка на стержни заданной длины, что влечет за собой большие отходы стали в виде немерных обрезков. В связи с тем что сварной стык в арматуре является равнопрочным и может располагаться в любом месте арматурного стержня в изделии, рекомендуется применять непрерывную стыковую сварку прутков и резку на стержни заданной длины. При этом полностью исключаются отходы арматурной стали. На линии заготовки арматурных стержней последовательно устанавливаются стыковая сварочная машина и приводной отрезной станок таким образом, чтобы ось электродов сварочной машины совпадала с линией резания на станке. Очередной пруток сваривают с остатком, от которого только что отрезана заготовка заданной длины. Далее плеть продвигается на приемном столе (в виде рольганга) до упора, устанавливаемого в соответствии с заданной длиной заготовки, и от плети отрезается очередная заготовка. Металлургические заводы начинают поставлять прутки мерной длины, соответствующей длине стержня арматуры. В этом случае отпадает необходимость в стыковке

и резке арматурной прутковой стали. В ряде случаев предварительными операциями при заготовке арматурных стержней являются выпрямление и чистка прутков.

Правка и резка арматурной стали. Операции по размотке, выпрямлению и резке арматурной стали осуществляются на правильно-отрезных станках-автоматах. Наибольшее распространение получили правильно-отрезные станки СМ-758 и СМ-759 с дисковыми ножами для резки стали и станки новых моделей ИО-33А и ИО-35В, снабженные качающимися гильотинными ножами, обеспечивающими более точные размеры прутков. Для выпрямления проволоку, сматываемую с мотка, протягивают через быстровращающийся правильный барабан (1100 об/мин), при этом проволока проходит через отверстия в радиально поставленных плашках; отверстия в плашках смещены относительно оси вращения барабана так, что проволока при вращении барабана принимает форму волны с определенной амплитудой, регулируемой подвинчиванием плашек на ту или иную величину в зависимости от диаметра протягиваемой проволоки и ее упругости. При очередном изгибе быстровращающейся проволоки в различных направлениях с одновременным ее подтягиванием через плашки правильного барабана она выпрямляется и тщательно очищается до блеска. Выпрямленная и очищенная проволока при помощи качающегося ножа, приводимого в действие автоматически, разрезается на прутки заданной длины в пределах от 1 до 9 м. Скорость подачи и правки проволоки составляет в среднем 30 м/мин. Резка арматурной стали диаметром более 14 мм, поступающей в прутках, производится на специальных станках с ножами гильотинного типа.

11.2. Оборудование для виброуплотнения бетонной смеси

В заводском производстве бетонных и железобетонных изделий применяются разнообразные по показателям подвижности и жесткости бетонные смеси; соответственно разнообразны методы формования изделий, применяемые средства и режимы уплотнения бетонной смеси при формовании. Методы формования изделий и средства уплотнения бетонной смеси при всем их многообразии можно разделить на несколько групп.

1. Формование методом литья, при котором хорошее заполнение формы бетонной смесью осуществляется под действием собственного

веса смеси без применения внешних силовых воздействий. По окончании заливки формы требуется лишь разравнивание верхней открытой поверхности изделия или срезка излишка смеси вровень с краями формы. В отдельных случаях может потребоваться небольшая проработка смеси ручной штыковкой в углах формы или в местах скопления арматуры. Методы литья применяются для формирования изделий из весьма подвижных (литых, текучих) смесей, главным образом ячеистых. Формование литьем значительно упрощает процесс и удешевляет его, однако не дает возможности полностью использовать цементирующую способность вяжущих, несмотря на их большой расход.

2. Формование с применением в качестве основного средства уплотнения виброобработки смеси для приведения ее в состояние пластично-вязкого течения. Смесь легко растекается в форме и заполняет ее, плотно укладываясь под действием собственного веса. Этот метод применим главным образом для смесей малоподвижных, а также умеренно жестких, т. е. обладающих явно выраженными свойствами тиксотропного разжижения при сравнительно небольшой интенсивности и длительности виброобработки. Параметры виброобработки определяются показателем подвижности или жесткости бетонной смеси. Короткая по длительности и легкая вибрация при укладке малоподвижных смесей служит скорее средством механизации и ускорения процесса формирования, нежели уплотнения. Вибрационное формирование может быть применено и для более жестких смесей, в которых состояние тиксотропного разжижения достигается при интенсивном и длительном вибрационном воздействии.

3. Формование с использованием виброобработки в сочетании с давлением относительно небольшой величины, одновременно прикладываемым к уплотняемой бетонной смеси. Такие методы пригодны для формирования изделий из жестких бетонных смесей, характеризующихся слабым тиксотропным разжижением и нуждающихся в некотором принудительном уплотнении давлением. Вибрация, увеличивая подвижность бетонной смеси, позволяет применить небольшое давление извне, которое не погашает колебаний частиц вибрируемой смеси. К таким методам относятся формирование виброштампованием, вибротрамбованием, силовой вибропрокат и др.

Абсолютные значения величин вибрационного и компрессионного воздействия на бетон и соотношение этих величин меняются в

зависимости от изменения показателя жесткости смеси; однако основным и решающим воздействием для придания смеси необходимой удобоукладываемости является интенсивная виброобработка.

4. Формование с принудительным уплотнением бетонной смеси прессованием, укаткой, трамбованием. В эту же группу методов следует отнести так называемый набивной способ формования, при котором частицам смеси при укладке в форму или нанесении их на формирующую поверхность сообщается большая живая сила благодаря большой скорости их подачи. Методы эти применяются для весьма жестких, малосвязных, вплоть до рыхло-сыпучих смесей, не обладающих свойствами тиксотропного разжижения и нуждающихся поэтому в принудительном перемещении частиц для наиболее компактного размещения их в форме.

Использование весьма жестких бетонных смесей с малым начальным содержанием воды при надлежащем их уплотнении обеспечивает возможность получения бетона повышенной плотности, прочности и долговечности, однако требует значительных затрат механической энергии и машинного времени на формование изделий.

5. Методы формования, обеспечивающие получение весьма плотных бетонов из малоподвижных и подвижных смесей с повышенным начальным содержанием воды; некоторое избыточное количество воды удаляется из смеси в процессе ее уплотнения.

К таким методам относятся:

– вибропрессование, при котором смесь сначала вибрируется для хорошего заполнения формы, а затем после отключения вибрации свежееуложенный бетон подвергается прессованию;

– центробежное формование с уплотнением смеси под действием центробежного ускорения;

– вибровакуумирование с отжатием избытка воды после укладки смеси за счет разности атмосферного и разреженного давлений.

Таким образом, большинство из применяемых для формования изделий бетонных смесей нуждается в уплотнении. По мере перехода к все более жестким смесям, в результате уменьшения начального водосодержания, роль вибрационного воздействия при формовании изделий неизменно уменьшается, а внешнего силового воздействия возрастает. Для особо жестких смесей вибрационное воздействие исключается или играет вспомогательную роль, например, используется для

предварительной укладки и распределения смеси в форме. С уменьшением начального водосодержания повышается эффект принудительного уплотнения, однако это связано с повышением затрат механической энергии, машинного времени и трудоемкости процесса формирования, что позволяет получить устойчивую структуру по сравнению с начальной. При вибрировании смеси более компактно размещаются зерна заполнителя, достигается хорошее заполнение межзернового пространства цементным тестом и раствором с одновременным вытеснением пузырьков воздуха и возможным отделением небольшого количества свободной воды на поверхности уплотненной бетонной смеси.

Существуют различные приемы вибрирования бетонных смесей в зависимости от способа передачи колебаний от их источника (вибратора) к бетону, а именно:

а) бетонная смесь вибрируется вместе с формой, установленной на виброплощадке;

б) колебания передаются бетонной смеси через относительно гибкие элементы вертикальных форм (боковые стенки, днище), к которым жестко прикреплены вибраторы;

в) колебания передаются непосредственно бетону со стороны открытой верхней поверхности формируемого изделия при помощи так называемых поверхностных вибраторов с вибрирующей плитой, щитом, штампом;

г) вибрирование осуществляется внутренними вибраторами (вибронаконечниками, вибрирующими сердечниками), вводимыми в бетонную смесь или заранее устанавливаемыми внутри формы.

Об эффективности виброобработки бетонной смеси при формировании изделий можно судить по достигнутой в оптимальные сроки обработки степени уплотнения бетона (коэффициент уплотнения, равный отношению фактического объемного веса уплотненной бетонной смеси к ее теоретическому объемному весу) или по прочности вибрированного бетона, поскольку прочность является функцией плотности бетона при прочих равных условиях.

Не менее важным критерием качества виброобработки служит равномерность уплотнения бетона по всему сечению и объему формируемого изделия.

Для обеспечения равномерности уплотнения по всему сечению изделия как вблизи источника колебаний, так и в наиболее отдаленной точке изделия необходимо учитывать при данной конфигурации и размерах изделия закон распространения колебаний в среде данной бетонной смеси.

11.2.1. Режим вибрирования бетонных смесей

Качество виброуплотнения бетонной смеси определяется выбранным режимом виброобработки, её интенсивностью и продолжительностью, соответствием выбранных параметров этого режима составу и свойствам бетонной смеси, а также характером, видом колебаний и формой колебательных движений, совершаемых частицами.

Параметры вынужденных колебаний и их интенсивность. Параметрами вынужденных колебаний, характеризующими интенсивность виброобработки бетонных смесей, являются (для периодических синусоидальных колебаний) амплитуда колебаний (половина величины наибольшего размаха или наибольшего перемещения частиц при каждом колебательном движении) в миллиметрах и частота колебаний (число периодов колебаний в секунду) в герцах. Однако каждый из этих параметров, взятый в отдельности, не может служить однозначным критерием интенсивности колебаний. Такими критериями являются производные от амплитуды и частоты колебаний в виде амплитудного (наибольшего) значения скорости колебаний

$$V = A\omega = A \cdot 2\pi f, \quad \text{см/с},$$

где A – амплитуда, см;

ω – угловая скорость, рад/с;

f – частота колебаний, Гц, либо в виде амплитудного значения ускорения, сообщаемого колеблющимся частицам:

$$W = A\omega^2 = A \cdot 4\pi^2 f^2, \quad \text{см/с}^2.$$

Поскольку ускорение колебаний имеет ту же размерность, что и ускорение сил тяжести g ($g = 981 \text{ см/с}^2$), интенсивность вибрирования часто выражают в величинах земного ускорения g , например интенсивность, равная $4g$. Это измерение интенсивности показывает, во сколько раз ускорение, сообщаемое частицам при вибрировании, больше земного ускорения сил тяжести, под которым находятся частицы в состоянии покоя (инерции).

На основе результатов исследований, а также производственного опыта в технологии вибрированного бетона накопился ряд рекомендаций по выбору оптимальной интенсивности виброколебаний в зависимости от свойств данной бетонной смеси. Пользуясь этими рекомендациями, можно для каждого выбранного значения интенсивности подобрать соответствующие значения основных параметров режима вибрирования – амплитуды и частоты колебаний. Однако это не значит, что можно варьировать этими величинами в любых пределах, следя только за тем, чтобы их совместная производная соответствовала требуемому значению интенсивности.

Для каждой бетонной смеси имеются свои оптимальные значения амплитуды и частоты колебаний, а также практически допустимые возможные пределы изменения этих значений. С повышением жесткости смеси либо с увеличением наибольшей крупности заполнителей оптимальная амплитуда колебаний должна возрастать; амплитуда вынужденных колебаний возрастает также с повышением шероховатости поверхности и угловатости формы зерен заполнителя.

Для обычных бетонных смесей со средним по крупности заполнителем амплитуды колебаний находятся примерно в пределах от 0,3 до 0,6 мм в зависимости от показателя жесткости смеси; при переходе к мелкозернистым смесям оптимальные амплитуды уменьшаются и находятся в пределах от 0,15 до 0,4 мм. С повышением амплитуды колебаний при неизменной их частоте повышается интенсивность колебаний и отсюда, как правило, необходимое для виброуплотнения смеси время виброобработки сокращается. Однако, как указывалось выше, имеется предел возможного повышения величины амплитуды для каждой бетонной смеси; так, увеличение амплитуды для мелкозернистых смесей из-за нарушения гармоничности колебаний может вместо уплотнения смеси привести к ее разрыхлению (особенно в верхних слоях изделия небольшой толщины).

Повышение величины амплитуды сверхрекомендуемых выше значений как для крупнозернистых, так и для мелкозернистых смесей может быть эффективно использовано при наличии некоторого дополнительного давления (пригруза) на уплотняемую бетонную смесь (см. ниже).

Повышение интенсивности колебаний может осуществляться также за счет увеличения их частоты (в показатель интенсивности частота входит в третьей степени, а амплитуды – во второй). Повы-

шение частоты особенно целесообразно для мелкозернистых бетонных смесей. Частота колебаний для обычных бетонных смесей находится, как правило, в пределах от 45 – 50 до 80 – 100 Гц (что соответствует частоте от 2800 – 3000 до 4000 – 6000 кол/мин).

Высокочастотное вибрирование, под которым понимается частота более 100 Гц, хотя и не имеет сколько-нибудь заметного преимущества в повышении прочности бетона по сравнению с прочностью, достигаемой при обычных частотах (при условии одинаково хорошего уплотнения бетонов и в том и в другом случаях), однако позволяет повысить производительность вибраторов и виброустановок, а также улучшить внешний вид и качество поверхности изделий. Первое объясняется быстрым и более полным тиксотропным разжижением и увеличением радиуса действия вибраторов с повышенной частотой колебаний (уменьшается коэффициент затухания колебаний); второе – тем, что при высоких частотах не происходит засасывания воздуха из окружающего пространства в бетонную смесь. Возможности повышения частоты колебаний практически ограничены вследствие того, что с повышением частоты колебаний резко возрастает вибрация оснований рабочих мест, соприкасающихся с вибрирующими частями формовочной установки, и особенно значительно повышается уровень производственного шума. Кроме того, с повышением частоты колебаний выше 100 Гц для виброплощадок и свыше 300 Гц для переносных вибраторов глубинного действия существенно сокращаются сроки нормальной эксплуатации вибромеханизмов.

11.2.2. Длительность виброобработки

Для каждой бетонной смеси при принятых параметрах вынужденных колебаний и формах колебательных движений имеется своя оптимальная, или критическая, продолжительность вибрирования, при которой достигается наиболее полное уплотнение бетонной смеси. При недостаточной продолжительности вибрирования наблюдается недоуплотнение бетона и значительное снижение возможной его прочности. В то же время увеличение длительности виброобработки сверх оптимума не дает заметного прироста плотности и, следовательно, прочности бетона; при излишне длительном вибрировании смеси, особенно невысокой жесткости, возможно даже ее некоторое расслаивание, что весьма нежелательно.

Исходным критерием для определения необходимой длительности виброобработки бетонной смеси в производственных условиях может служить показатель жесткости $J_{ст}$ данной бетонной смеси, определенный стандартным образом при помощи технического вискозиметра, установленного на лабораторной виброплощадке со стандартной интенсивностью колебаний $I_{ст}$.

11.2.3. Оптимальное время приложения вибрационных воздействий к бетонным смесям. Повторное вибрирование

Эффект виброобработки при формировании изделий зависит также от времени, прошедшего с момента приготовления бетонной смеси, до приложения вибрационного воздействия к ней. Оптимальным временем приложения вибрационных воздействий является период, когда в результате начальных процессов формирования структуры бетонная смесь начинает заметно повышать свою первоначальную вязкость. Однако излишняя выдержка бетонной смеси до начала виброобработки нежелательна, так как в результате завершения процессов схватывания бетонная смесь потеряла тиксотропные свойства, и виброобработка в этом случае может привести к необратимым нарушениям структуры бетона.

При поточном производстве осуществить выдержку бетонной смеси до ее укладки в формы весьма затруднительно. Поэтому рекомендуется во всех случаях, где это технически возможно, применять повторное вибрирование бетонной смеси. Повторное вибрирование должно производиться спустя некоторое время после укладки бетонной смеси в период, пока она обладает еще свойствами тиксотропного разжижения. Ввиду возможного загустевания смеси в этот период повторное вибрирование должно быть более интенсивным. Иногда применяется двух-трехкратное повторное вибрирование через более короткие интервалы и в течение короткого срока. Повторное вибрирование более эффективно, нежели предварительная выдержка смеси до укладки в формы. В результате повторного вибрирования достигается дополнительное и более равномерное по объему изделия уплотнение бетона, улучшаются контакты зерен заполнителя с цементным тестом и лучше используется цементирующее вещество в бетоне. Кроме того, при повторном вибрировании разрушается образующаяся в начальный период формирования структуры коагуляци-

онная малостабильная гидроалюминатная структура цементного камня, которая в последующем заменяется более стабильной мелкокристаллической структурой на основе гидросиликатных новообразований.

Эффект повторного вибрирования сказывается на увеличении конечной прочности бетона на сжатие в среднем на 15 – 20 %, на значительном повышении плотности и водонепроницаемости бетона и, что очень важно, на ускорении твердения бетона и сокращении сроков тепловой обработки.

Вибрирование в сочетании с давлением

Метод вибрационного формования с одновременным давлением на бетонную смесь позволяет использовать более жесткие смеси, повышая этим эффективность уплотнения, а также применять вибрирование с повышенными амплитудами колебаний и сокращать таким образом длительность формования.

Совмещая вибрирование с давлением, можно формировать изделия с профилированием верхней поверхности, используя в качестве штампа вибрирующую плиту. Величина давления, прикладываемого к бетону, возрастает по мере повышения жесткости смеси, но до определенных пределов, поскольку смесь одновременно вибрируется, и создаваемая в ней компрессия не должна препятствовать свободному колебанию частиц.

Вибрационное формование с одновременным давлением на бетон осуществляется при вибрировании с пригрузом, при виброштамповании и вибротрамбовании. Сюда же относится метод, при котором вибрация и давление на бетон осуществляются не одновременно, а последовательно. Малоподвижная или умеренно жесткая (обладающая выраженными свойствами тиксотропного разжижения) смесь вибрируется для хорошего заполнения формы, а потом прессуется с удельным давлением, по величине намного большим, нежели при одновременном сочетании вибрации с давлением; при этом повышается эффект уплотнения (такой метод формования и уплотнения именуется вибропрессованием).

Вибрирование с пригрузом

При формировании тонкостенных плитных конструкций на виброплощадках и использовании смесей повышенной жесткости уплотнение бетона в верхних слоях изделия оказывается недостаточ-

ным. Увеличение продолжительности виброобработки смеси, а также повышение амплитуды колебаний в этих случаях почти не дают положительного эффекта и могут привести даже к некоторому разрыхлению бетона в верхних слоях изделия.

Недоуплотнение в верхних слоях тонких изделий может произойти из-за возникающего при интенсивной вибрации давления в смеси, направленного снизу вверх, в случае отсутствия достаточного противодействия сверху вниз, оказываемого собственным весом бетонного слоя. Особенно это свойственно изделиям из легкого бетона на пористых заполнителях. В этих случаях необходимо применять дополнительное давление на бетон со стороны верхней открытой поверхности изделия.

11.2.4. Виброштампование

Виброштампование – разновидность вибрационного формования с одновременной передачей виброимпульсов и давления на смесь с открытой верхней стороны формируемого изделия, при котором вибрация и давление передаются через один рабочий орган – профильную или плоскую вибрирующую плиту, именуемую виброштампом.

Виброштамп может служить не только уплотняющим, но и формообразующим элементом в том случае, если формируемому изделию со стороны открытой его поверхности требуется придать тот или иной профиль.

Виброштампование может осуществляться двумя способами: при стационарном размещении вибрирующей плиты (штампа) относительно формы с бетонной смесью и свободном ее опускании под действием собственного веса и дополнительного давления вслед за оседанием бетонной смеси по мере ее уплотнения; при непрерывном перемещении виброплиты относительно формы по мере заполнения ее бетонной смесью (метод скользящего формования). При горизонтальном размещении формы виброштамп скользит по верхней грани формируемого изделия, причем положение штампа фиксировано по вертикали относительно верхней кромки (или днища) формы. Эффективное виброуплотнение жесткой бетонной смеси и выштамповывание заданного профиля изделия достигается дополнительным давлением на бетонную смесь, которое создается под действием собственного веса штампа и активного (механического или пружинного) давления

на него. Давление это полностью воспринимается бетонной смесью, поскольку она находится в замкнутом пространстве, ограниченном днищем, боковыми стенками формы и скользящей виброплитой штампа.

В зависимости от формы рабочей части вибрирующей плиты – плоской или профильной – можно получать изделия с плоской верхней гранью (в положении формования) или с выштампованным профилем – ребристые, кессонные, с оконтуренными ребрами, а также с криволинейной выпуклой или вогнутой поверхностью.

В этом случае сущность виброштампования заключается в том, что вибрирующий штамп, установленный на уложенную в форму бетонную смесь, разжижает ее под действием собственного веса или дополнительного давления, погружается в бетонную смесь, выштамповывая необходимый профиль изделия. Разжиженная бетонная смесь в соответствии с законом Паскаля вытесняется виброштампом из тех мест формы, где предусмотрено углубление, и перемещается туда, где должны быть образованы выступающие части изделия; происходит перераспределение смеси в форме.

При виброштамповании различают три стадии процесса:

1) начальное уплотнение путем сближения частиц рыхло насыпанной смеси в результате ее виброобработки за счет удаления из смеси воздушных включений и замещения их твердыми частицами смеси;

2) малые взаимные смещения частиц; на этой стадии смесь приобрела свойства пластично-вязкого тела и изделие приняло заданную форму;

3) виброкомпрессионное уплотнение, при котором происходит дальнейшее небольшое уплотнение бетона без изменения формы изделия в результате отжатия некоторого количества несвязанной воды и вытеснения вовлеченного воздуха из бетонной смеси.

Скользящее виброштампование

Вибрирующая плита штампа, перекрывающая изделие по ширине, скользит по верхнему краю бортовых стенок формы, сохраняя при этом неизменное расстояние от днища формы, равное проектной толщине изделия. Из скользящего бетоноукладчика, расположенного впереди штампа по ходу движения, бетонная смесь попадает в замкнутое с боков, сверху и снизу пространство, но поскольку уровень

рыхлого слоя бетонной смеси выше толщины будущего изделия, создается подпор внутри смеси, приводящий к ее самоуплотнению. Дополнительным средством уплотнения может явиться давление на виброштамп – гравитационное от собственного веса или пригруза, а также создаваемое механическими средствами. Величина подпора зависит от разницы в уровнях выдаваемого бункером слоя рыхлой и слоя уплотненной бетонной смеси.

11.2.5. Вибропрессование

Сущность вибропрессования заключается в том, что хорошо уложенная в форму и равномерно уплотненная виброобработкой бетонная смесь подвергается прессованию при таком давлении, которое обеспечивает дальнейшее принудительное уплотнение в результате вытеснения или уменьшения в объеме вовлеченного в бетонную смесь воздуха и отжатия из нее некоторого количества несвязанной воды. Достигнутое обжатое состояние сохраняется в опрессованном изделии в течение некоторого времени, необходимого для достижения бетоном достаточной прочности, позволяющей фиксировать достигнутую степень его уплотнения на последующее время.

Вибрирование в данном методе используется в качестве вспомогательного средства для укладки бетонной смеси в форму для лучшего распределения растворной составляющей между зернами крупного заполнителя по всему объему формируемого изделия. Вибропрессование допускает наличие в составе бетонной смеси некоторого излишка цементного теста и растворной составляющей, поскольку при последующем прессовании некоторое количество несвязанной воды отжимается, и бетон приобретает повышенную плотность. Обычно применяемое прессующее давление находится в пределах 25 – 50 кгс/см², что в 4 – 5 раз меньше, чем при формовании изделий обычным прессованием; это делает метод вибропрессования пригодным для формования крупных изделий.

Механизм уплотнения бетона при вибропрессовании можно представить следующим образом. В свежееуложенном при помощи вибрации бетоне зерна прочного заполнителя (практически несжимаемые) передают прикладываемое давление при прессовании через прослойки цементного теста, которое, более равномерно распределяясь в межзерновом пространстве, одновременно уплотняется. Благо-

даря этому зерна заполнителей размещаются более компактно. Одновременно сближению твердых частиц смеси способствует уменьшение объема вовлеченного воздуха под действием давления в бетоне и пропорционально величине этого давления. Кроме того, цементное тесто уплотняется в результате отжатия из крупных капилляров части свободной (несвязанной) воды, которая, будучи несжимаемой, перемещается по направлению градиента давления в сторону, противоположную месту его приложения. При этом необходимо, чтобы отжимаемая вода отфильтровывалась через форму. Вибропрессование наиболее широко используется при изготовлении напорных железобетонных труб методом гидропрессования.

11.2.6. Импульсный метод уплотнения

Импульсное уплотнение заключается в передаче бетонной смеси равномерно по всему сечению изделия частых импульсов в виде кратковременно прикладываемого давления. Импульсы создаются смещением примыкающих к бетону (на границе раздела с формой) пульсаторов, которые для этой цели каждый раз смещаются на некоторую величину, примерно 5 – 8 мм, при частоте пульсации от 10 до 30 раз в секунду. При этом пульсация воздействует непосредственно на бетонную смесь, без вовлечения в колебательный процесс формы в целом или ее элементов. Источники пульсации (пульсаторы) действуют поочередно со смещением по фазе на 90 и 180°. Под действием периодических импульсов в бетонной смеси возникает низкочастотное волновое поле со сложными формами колебательных движений, аналогичных колебаниям при поличастотном вибрировании, что придает колебаниям повышенную интенсивность. Однако в данном случае интенсивное уплотнение бетонной смеси достигается использованием только одной частоты и притом низкой (20 – 25 Гц). Импульсы для уплотнения бетонной смеси могут прикладываться снизу или с боков формируемого изделия.

А. А. Афанасьевым разработан и исследован импульсный метод вертикального формования изделий с подачей импульсов снизу при послойном бетонировании и уплотнении бетона. Опыты показали возможность эффективного уплотнения бетонной смеси на высоте от 0,9 – 1,2 до 2,5 – 3 м при длине пульсаторов соответственно от 50 до 150 мм. Для уплотнения пригодны малоподвижные и умеренно

жесткие смеси с показателем жесткости 30 – 60 с. Импульсное уплотнение целесообразно применять при формировании изделий увеличенной толщины при горизонтальном формировании или большой высоты при вертикальном формировании. При этом не только обеспечивается равномерное уплотнение бетона по толщине или высоте изделия, но и благодаря низкочастотным колебаниям и тому, что в колебательный процесс не вовлекаются тяжелые металлические формы и формообразующие элементы (виброштампы, вибронасадки), создается возможность снизить энергоемкость оборудования, а также производственный шум. Однако процесс формирования с импульсным послойным уплотнением более продолжителен, нежели обычное вибрирование.

11.2.7. Прессование и трамбование

Эти методы рассчитаны на применение весьма жестких и малосвязных бетонных смесей, нуждающихся в особо интенсивном уплотнении. В результате такого уплотнения может быть получен высокоплотный бетон повышенной прочности, долговечности и износостойкости.

Прессование. При прессовании происходит принудительное перемещение и взаимное сближение частиц твердых компонентов бетонной смеси, в результате чего они более компактно размещаются в данном объеме бетона; при этом из смеси могут вытесняться свободная вода и воздух.

Необходимая величина прессующего давления зависит от жесткости бетонной смеси и начального содержания воды в ней, которое, как правило, должно быть небольшим. Обычно величина прессующего давления при прессовании находится в пределах 100 – 150 кгс/см.

Различают прессование:

– штамповое – с приложением статического прессующего давления через штамп, перекрывающий всю площадь изделия; бетонная смесь находится в замкнутой со всех сторон форме;

– мундштучное (экструзия) с непрерывной подачей смеси в камеру с сужающимся сечением по направлению к выходному отверстию в виде мундштука, через который выходит сплошной лентой спрессованное изделие; размеры и форма мундштучного отверстия определяют формы и размеры поперечного сечения изделия;

– при помощи катков, перемещающихся по уложенной в форму бетонной смеси (укатка аналогична укатке при уплотнении дорожных покрытий), либо протяжкой формы с бетонной смесью под стационарно установленными валками (гладкими или профильными), вращающимися вокруг своей горизонтальной оси под действием сил трения, возникающих между ними и бетоном (силовой прокат). Такой способ прессования является наиболее эффективным и сравнительно легко технически осуществимым, так как прессующие усилия прикладываются не ко всей площади формуемого изделия, как при штамповом прессовании, а только к небольшой части ее вдоль образующей катка по всей его длине, равной обычно ширине формуемого изделия. Это позволяет применять метод прессования для довольно крупных изделий, а также увеличить в необходимых случаях удельное давление катка на бетон. Однако прессование в чистом виде без сочетания с вибрированием нельзя считать достаточно эффективным, особенно при формировании методом штампового прессования (сразу на все изделие), так как требуется приложение значительного прессующего давления. Например, для изделия площадью всего 1 м^2 при удельном давлении 100 кгс/см^2 потребуется пресс с усилием 1000 тс; при этом значительная часть прессового давления (около 90 %) используется не по прямому назначению, а на преодоление возникающих при прессовании сил трения внутри смеси и между бетоном и стенками формы.

Действительно, перемещение и взаимное сближение твердых частиц смеси происходит до тех пор, пока внешние силы прессования не уравновесятся возрастающими по мере повышения прессового давления силами внутреннего противодействия.

Прессование наиболее эффективно при использовании мелкозернистых смесей (в таких смесях уменьшается вероятность заклинивания крупных кусков заполнителя), а также для формирования изделий небольшой толщины, при которой менее ощутима неравномерность прессующего давления по высоте; при изготовлении более толстых изделий необходимо применять послойное формирование, подавая смесь тонкими слоями. Усилия прессующего давления могут быть снижены и условия прессования улучшены, если применять в качестве вспомогательного воздействия на смесь кратковременное ее

вибрирование (не совпадающее по времени с прессованием), например, предварительное кратковременное вибрирование до приложения прессующего давления с целью улучшения укладки смеси в форме.

Трамбование. В процессе трамбования бетонной смеси многократно повторяющимися ударами трамбовки частицам сообщается кинетическая энергия, под действием которой зерна и куски крупного заполнителя перемещаются в направлении действия сил, внедряются в основную массу бетонной смеси и наиболее плотно укладываются в ней.

Трамбование можно условно рассматривать как мгновенно прикладываемое прессующее давление. Однако при трамбовании особо жестких смесей с повышенным содержанием крупного заполнителя возможно заклинивание кусков крупного заполнителя образованием сводов в период, когда уплотнение смеси еще полностью не завершено. Образовавшиеся своды между заклинившимися кусками крупного заполнителя способны выдерживать большие нагрузки и удары. Для их ликвидации целесообразнее всего в качестве вспомогательного средства уплотнения применять кратковременное вибрирование смеси.

При трамбовании, так же как и при статическом прессовании, уплотнение передается недостаточно равномерно по высоте изделия, поэтому рекомендуется производить послойное трамбование при сравнительно небольшой толщине слоя смеси, что влечет за собой удлинение процесса; однако послойное трамбование позволяет, в отличие от прессования, уплотнять изделия большой толщины или высоты.

Трамбование в чистом виде имеет ограниченное применение в заводской технологии, главным образом при изготовлении вертикальным формованием труб и колец небольшой длины (высоты).

11.2.8. Вакуумирование и вибровacuумирование

Вакуумирование – это технологический прием, предназначенный для дополнительного уплотнения свежеуложенной бетонной смеси, основанный на создании разности между атмосферным и пониженным давлением в сообщающихся порах и капиллярах бетона. Пониженное давление порядка 75 – 85 % от полного вакуума создается разрежением в поровом пространстве слоев бетона, примыкающих к вакуум-приборам.

В результате создающегося градиента давления влага, водяной пар, воздух или паровоздушная смесь устремляются из зон с атмосферным давлением к вакуум-источнику и удаляются из бетона. Количество воды, отжатой таким образом, составляет от 10 до 20 % воды затворения. Под действием этого же градиента давления как механической силы, а также под действием возникающих сил капиллярного обжатия бетона (по мере удаления воды из капилляров) происходит его уплотнение с замещением освободившихся пространств мелкими частицами твердых компонентов смеси.

Удаление избыточного количества свободной воды из поровых пространств бетона без соответствующего его уплотнения, без уменьшения общего объема, занимаемого сформованным изделием (хотя бы и на небольшую величину), не дает какого-либо технического эффекта. В этом отношении весьма полезно периодическое сочетание вакуумирования с вибрированием, то есть вибровакуумирование. Вибрирование осуществляется для укладки и уплотнения бетонной смеси и далее уже в процессе вакуумирования сформованного изделия вибрация включается на весьма короткий срок (один или два раза), с тем чтобы, ликвидируя временно трение между частицами смеси, способствовать лучшему заполнению порового пространства частицами твердых ее компонентов. Вместе с тем в результате вибрирования избыточная влага из нижележащих слоев бетона, находящихся вне зоны вакуумирования, поднимается, достигает этой зоны и при продолжающемся вакуумировании извлекается из бетона. Таким образом, вибровакуумная обработка бетона способствует не только повышению его плотности, но и увеличению количества воды, отжимаемой из бетона.

Режим вакуумирования определяется достигаемой степенью разрежения в рабочем пространстве вакуум-камер, длительностью процесса и его сочетанием с вибрированием. Толщина слоя вакуумируемого бетона зависит от его структуры и глубины достигаемого разрежения. Для плотных бетонных смесей она обычно не превышает 10 – 12 см, что вполне достаточно для тонкостенных изделий. Процесс вакуумирования длится в зависимости от толщины обрабатываемого слоя от 5 до 15 мин.

11.3. Оборудование для формирования пустотелых железобетонных изделий

Формование тонкостенных крупноразмерных изделий (панели, плиты, пустотелые настилы) целесообразно производить с передачей виброимпульсов через тяжелые формы, вес которых может в 1,5 – 2 раза превосходить вес самого изделия, а с передачей виброимпульсов бетонной смеси формируемого изделия непосредственно от источника колебаний.

При этом виброобработка осуществляется при помощи плоских или профильных вибрирующих элементов, располагаемых на верхней открытой поверхности изделия, – поверхностное вибрирование или в случае формирования пустотелых изделий при помощи вибрирующих вкладышей (пустотообразователей) – глубинное вибрирование.

В настоящее время в связи со специализацией технологических линий на заводах широко применяются специализированные виброформовочные машины, в которых используются более эффективные методы непосредственного вибрационного воздействия на бетонную смесь.

Специализация формовочных машин по типам, а иногда и по типоразмерам изделий позволяет формировать изделия на поддонах с немедленным освобождением бортовой оснастки формы, являющейся неотъемлемой частью формирующей машины, а в отдельных случаях – с полной распалубкой сразу по окончании формирования.

Формовочные машины с непосредственным вибрационным воздействием на бетонную смесь могут быть разделены на два типа: машины для формирования сразу всего изделия – машины и формы не перемещаются в процессе формирования; машины для скользящего формирования по мере заполнения формы бетонной смесью – при этом самоходная виброформовочная машина может перемещаться относительно неподвижной формы либо скользящая форма перемещается относительно неподвижной формовочной машины.

Из машин первого типа представляют интерес машины с вибрирующими вкладышами для формирования пустотелых изделий и виброштампующие для формирования профильных изделий; из машин второго типа – машины со скользящим виброформовочным устройством – вибронасадком (или виброштампом).

11.3.1. Формование пустотелых настилов на установках с вибрирующими пустотообразователями

Особенность машинного формования пустотелых конструкций, в частности пустотелых тонкостенных настилов перекрытий с продольными сквозными полостями круглого или овального сечения, заключается в немедленном по окончании формования изделия извлечении пустотообразователей и освобождении бортоснастки формы; при этом свежесформованное изделие остается на поддоне. Расформованные тонкие вертикальные стенки и надсводная часть настила толщиной 20 – 25 мм должны быть достаточно прочными и хорошо уплотненными, чтобы сохранить приданную им форму при последующем транспортировании изделий в камеры тепловой обработки. Все это требует применения умеренно жестких бетонных смесей с показателем жесткости порядка 40 – 60 с, заполнителя наибольшей крупности до 20 мм, а также достаточно интенсивной виброобработки смеси для лучшего заполнения формы и хорошего уплотнения бетона, особенно в вертикальных стенках и надсводной части настила.

Основным средством уплотнения бетонной смеси в изделии являются вибрирующие вкладыши, вводимые в форму и служащие одновременно пустотообразователями. Для того чтобы лучше уплотнить верхнюю тонкую полку толщиной до 25 мм и предотвратить сдвиг бетона в полке при извлечении вкладышей, рекомендуется применять пригрузочный виброщит, который остается на отформованном изделии во время извлечения вкладышей.

Имеется ряд конструкций машин для формования пустотелых настилов. Среди них установка на базе формовочной машины СМ-563, предназначенная для формования предварительно напряженных пустотелых настилов длиной 6 м, шириной до 1,8 м и высотой 22 см, с пустотами горизонтально-овального сечения.

Формовочная машина СМ-563В имеет траверсу в виде сварной рамы с укрепленными на ней вибровкладышами, продольные бортовые элементы, устанавливаемые на поддоне формы одновременно с введением в нее вибровкладышей пустотообразователей, нижнюю опорную раму, на которой устанавливается в позиции бетонирования поддон формы, и рельсовый путь с приводной лебедкой для перемещения траверсы с вибровкладышами к поддону формы и обратно. К опорной раме шарнирно прикреплены передний и задний торцовые

борта формы, которые поворачиваются с одновременным подъемом при расформовке изделия и опускаются, устанавливаясь на место, при сборке формы. Подъем и опускание торцовых бортов при разборке и сборке формы осуществляются с помощью траверсы во время ее перемещения.

Вибровкладыши – основной рабочий орган машины, уплотняющий бетонную смесь. Они выполнены с незначительной конусностью, облегчающей извлечение их из отформованных изделий. В полости вкладыша смонтирована система из пяти механических вибраторов в виде дебалансов, насаженных на короткие валы, по всей длине вкладыша. Валы соединены между собой при помощи гибких муфт. Каждый вкладыш имеет привод от электродвигателя мощностью 4,5 кВт с числом оборотов около 2900 в минуту.

Электродвигатели укреплены на общей траверсе формовочной машины. Производительность формующей установки составляет 5 – 6 настилов в час.

Процесс формования пустотелых настилов сводится к следующему. Формоукладчик устанавливает подготовленный к бетонированию поддон на позицию формования, после чего траверса с вибровкладышами и продольными бортами бортоснастки начинает перемещаться вдоль поддона; оборка формы заканчивается поворотом откидных торцов и установкой их на место в вертикальном положении. Далее бетоноукладчик с бетонной смесью при включенных вибраторах вибровкладышей перемещается относительно формы и укладывает в нее бетонную смесь, образуя нижний слой бетона в изделии; при обратном перемещении бетоноукладчика форма заполняется смесью до краев, и вибровкладыши интенсивно уплотняют ее. Уплотнение заканчивается после совместной работы в течение некоторого времени вибраторов, вибровкладышей и пригрузочного щита. По окончании формования вибровкладыши извлекают.

11.3.2. Скользящее формование с уплотнением бетонной смеси вибронасадком

Одним из наиболее простых способов осуществления поверхностного виброуплотнения бетона при формовании тонкостенных плоских или криволинейных плит, панелей, оболочек является уплотнение при помощи вибронасадка. Вибронасадок объединен в одном

агрегате с самоходным бетоноукладчиком, при этом равномерная укладка и уплотнение бетонной смеси осуществляются одновременно, а формование изделий идет постепенно по мере загрузки смеси в форму (скользящее формование). Подобные формующие машины с вибронасадком нашли широкое применение при изготовлении крупноразмерных плитных конструкций (машины СМ-856, 6691-С, 7151 и др.).

Формующая машина представляет собой перемещающийся вдоль формы самоходный портал, на котором установлены расходный бункер с бетонной смесью, ленточный питатель для подачи смеси в форму, рабочий орган формующего устройства в виде вибронасадка, скользящего по верхнему краю бортов формы, а также калибрующая рейка для заглаживания верхней поверхности изделия. Вибронасадок подвешен на пружинных амортизаторах к самоходному portalу и представляет собой жесткую сварную раму, состоящую из двух поперечных на всю ширину формы балок коробчатого сечения с гладкой рабочей поверхностью, обращенной к бетону. В каждой балке шириной 300 – 400 мм смонтирован приводной вибровал с несколькими дебалансными вибраторами по длине, например С-795, с мощностью по 0,8 кВт каждый. Вибровалы двух балок приводятся в движение от одного электродвигателя и соединены между собой жестким синхронизатором, обеспечивающим их синхронное вращение в противоположных направлениях, благодаря чему создаются вертикально направленные колебания. Этот тип двустороннего вибронасадка применяется в самоходных бетоноукладчиках, перемещающихся относительно неподвижной формы. Укладывается и уплотняется бетонная смесь в два-три захода при поступательном и возвратном перемещении бетоноукладчика. В случае если укладка и уплотнение смеси производятся стационарным бетоноукладчиком в процессе медленного перемещения формы в одном направлении вдоль поста формования, применяется стационарный вибронасадок одностороннего действия с одной вибробалкой, в которой размещены двухзальные дебалансные вибраторы с механическим синхронизатором. Бетонная смесь с ленточного питателя попадает в пространство между вибробалками насадка – в копильник на всю ширину формы. Наличие копильника с постоянным уровнем бетонной смеси в нем, превышающим уровень укладываемого слоя смеси в форме, создает

некоторый подпор разжиженной под действием вибрации бетонной смеси, которая равномерно вытекает через щель копильника и хорошо заполняет форму.

Опираясь на борта формы и сохраняя в процессе бетонирования неизменным свое положение по вертикали, вибронасадок как бы подминает под себя бетонную смесь, уплотняет ее вибрацией с вертикально направленными колебаниями и при этом заглаживает поверхность изделия. Вибронасадок имеет достаточно большую амплитуду вынужденных колебаний – до 0,7 мм – и может создавать, свободно опираясь на борта формы, в некоторой степени виброударный режим колебаний. Удары вибробалки насадка о металлические опорные конструкции можно смягчить установкой на участке бетонирования подрессоренного основания на пружинных амортизаторах. Применяют также плавающие вибронасадки, не опирающиеся на борта формы и не производящие при каждом колебании удары по форме.

Уплотнение при помощи одного лишь вибронасадка без участия, например, виброплощадки пригодно для малоподвижных или умеренно жестких смесей, сравнительно легко переходящих под действием вибрации в разжиженное состояние, а также при формировании изделий относительно небольшой толщины до 20 – 25 см. В тех случаях, когда смесь достаточно жесткая и нуждается в более интенсивном виброуплотнении, а также при формировании изделий с ребрами большой высоты, обращенными к днищу формы, вибронасадок используется с дополнительным уплотнением смеси, например на виброплощадке; при этом создается как бы двустороннее уплотнение. Примером такой формовочной установки для изготовления ребристых плит покрытий промышленных зданий размерами 3×6 м (при высоте ребра 40 – 50 см) служит описанная ранее комплексная виброформовочная установка 6691-С. К раме бетоноукладчика этой установки подвешены по обе стороны от места выдачи бетонной смеси два независимо действующих вибронасадка, образующих вместе своеобразный копильник для смеси.

Вибронасадки включаются попеременно в зависимости от направления перемещения бетоноукладчика вдоль формы, при этом выдача бетонной смеси из копильника в форму происходит направленно под соответствующий вибронасадок. Так, при перемещении бетоноукладочной машины в рабочем направлении включаются вибраторы вибро-

насадка, расположенного с левой стороны по ходу машины, и под вибрирующую плиту этого насадка выдается смесь из копильника.

В каждом вибронасадке установлены двухвальные вибраторы под некоторым углом a к поверхности формуемого изделия. Величины кинетического момента на дебалансах для каждого вала несколько отличаются друг от друга. В результате при включении вибраторов создаются колебания: круговые за счет разности кинетических моментов, обеспечивающие направленную выдачу смеси из копильника под работающий вибронасадок; вертикально направленные, выполняющие основную работу уплотнения бетона, и горизонтально направленные за счет угла наклона a , вызывающие скольжение вибронасадка по поверхности уплотняемого слоя бетона.

Изделия формируют следующим образом. Формующая машина после очередной загрузки ее бетонной смесью из раздаточного бункера передвигается к посту формирования. Копильник вибронасадка снабжен затвором в виде съемного поддона, удерживающим бетонную смесь в копильнике, когда бетоноукладчик находится вне формы. При подходе бетоноукладчика вплотную к форме поддон копильника отцепляется от вибронасадка и ложится на опорные стойки, расположенные у торца формы. По мере продвижения машины вдоль формы при первом заходе в рабочем направлении бетонная смесь выдается из бетоноукладчика, загружая нижнюю часть формы.

Как только край копильника вибронасадка дошел до противоположного конца формы, выключаются все механизмы бетоноукладчика и одновременно включается в работу виброплощадка, осуществляющая уплотнение бетонной смеси к нижней части формы. Далее бетоноукладчик перемещается в обратном направлении, при этом включается в работу вибронасадок с правой стороны копильника и производится укладка по второму заходу и уплотнение бетонной смеси в верхней части формуемого изделия. Заглаживающие устройства, находящиеся за правым вибронасадком, заглаживают верхний слой бетона в сформованном изделии. По мере подхода бетоноукладчика к левому краю формы вибронасадок сходит с формы и течка копильника постепенно перекрывается плитой-поддоном, временно оставленным на столике у торца формы.

Заглаживающее устройство на бетоноукладчике состоит из двух брусьев (лыж) длиной на всю ширину формы: на каждом из брусьев

установлены по два вибратора типа С-483. Брусья совершают возвратно-поступательное движение в поперечном к ходу машины направлении по 60 ходов в 1 мин. Величина перемещения брусьев в каждом направлении равна 30 мм. Заглаживающие устройства размещены сзади каждого вибронасадка, совместно с которым они включаются в работу. Помимо заглаживающих тихоходных лыж часто используют вращающийся заглаживающий валик на всю ширину изделия.

По аналогичной схеме работает комплексная виброформовочная установка 7151 при формировании ребристых покрытий промышленных зданий размерами 3×12 м. В состав этой установки входит виброплощадка грузоподъемностью 24 т.

11.3.3. Формование изделий виброштампованием

Стационарное виброштампование

Рабочим органом виброштампа для формирования профилированных сверху изделий служит пуансон или группа пуансонов-формообразователей. На пуансоне жестко укреплен двухзальный вибратор с вертикально направленными колебаниями. Давление на пуансон осуществляется собственным весом штампа – гравитационное давление; с целью увеличения давления на бетонную смесь применяют штампы с механическим или пневматическим прижимом пуансона к бетону.

Наиболее простые конструкции виброштампов создают инерционное давление на бетон; при этом увеличивается вес колеблющейся системы вибраторов штампа и соответственно уменьшается величина амплитуды колебаний. Поэтому целесообразнее применять безынерционную подрессоренную нагрузку от штампа, передавая ее бетонной смеси через систему пружин, расположенных между пригрузочной плитой и штампом.

Штампы с безынерционным пригрузом удобны тем, что не требуют увеличения мощности вибраторов на виброштампе независимо от величины пригруза. Чтобы вибрация равномерно передавалась по всему сечению изделия, в том числе и в месте примыкания бетона к стенкам формы, рекомендуется устанавливать формы, в которых штампуются изделия, на упругое основание с пружинными амортизаторами. Виброштамп снабжен прижимной решетчатой плитой-рамкой для ограничения по высоте выступающих частей сформованного из-

деля за пределами штампа. Прижимная решетка служит ограничителем высоты ребер в процессе формования изделий. Она укреплена на раме, имеющей независимое от пуансонов вертикальное перемещение, и может устанавливаться до начала формования на заданную высоту, определяемую профилем формуемого изделия. По окончании формования в момент отрыва и первоначального подъема пуансонов прижимная решетка остается на месте и удерживает бетонную смесь в выступающих ребрах изделия, предохраняя их от разрушения.

Скользящее виброштампование

Этот метод осуществляется формовочными машинами, в которых операции укладки, распределения и уплотнения бетонной смеси с одновременным профилированием верхней поверхности изделия объединены в одном агрегате и последовательно совершаются не на всей площади изделия, а по частям по мере передвижения формирующего агрегата относительно формы и загрузки в нее бетонной смеси. Скользящее виброштампование применяется преимущественно для формования тонкостенных плоских или криволинейных ребристых и профилированных элементов сборных конструкций толщиной до 10 см при высоте ребер до 30 см. Подобный принцип скользящего виброштампования может быть применен не только при горизонтальном формовании, но и при формовании в вертикальном положении, например при формовании труб скользящим вибросердечником. Формование осуществляется сразу на всю ширину изделия, для чего размеры и профиль формирующего штампа должны соответствовать профилю поперечного сечения формуемого изделия. Рабочая грань виброштампа на время формования устанавливается над днищем формы на уровне, соответствующем толщине формуемого изделия.

Неизменное по высоте положение штампа на заданном уровне обеспечивается гравитационным или механическим (например, пружинным) прижимом штампа к бетонной смеси. На штампе размещаются двухвальные дебалансные вибраторы направленного действия.

Различают скользящие виброштампы с гравитационным пригрузом и штампы с механическим пружинным прижимом. Необходимо следить за тем, чтобы вес тележки скользящего виброштампа был не менее чем в три раза больше величины статического давления штампа на изделия.

11.4. Оборудование для формования железобетонных труб

Трубы классифицируют по давлению в них жидкости:

- на безнапорные – наполняемые жидкостью полностью или частично;
- слабонапорные – с рабочим давлением 2 – 3 атм;
- высоконапорные – с рабочим давлением 10 – 15 атм, при испытательном – до 25 атм.

По способу изготовления железобетонные трубы бывают ручной набивки, прессованные, трамбованные, вибрированные, пневматической набивки, центробежные и изготовленные комбинированными способами.

Арматуру железобетонных труб выполняют из стержней круглого или периодического профиля, а также стальной проволоки различных марок. Арматуру в трубах укладывают в продольном и поперечном направлениях. В трубах круглого сечения поперечная может состоять из отдельных колец, сварных сеток или спиралей, которые иногда наматывают на готовую трубу (сердечник). Арматура может располагаться в один ряд (одиночная) и в два ряда (двойная). Наиболее распространены круговое, овалоидальное и полигональное поперечные сечения, представляющие собой правильный или неправильный многоугольник.

11.4.1. Изготовление замкнутых каркасов цилиндрического и прямоугольного сечения

Некоторые виды арматурных каркасов замкнутого очертания, например каркасы для труб, цилиндрические и прямоугольные каркасы для опор линий связи, опор контактной сети, осветительных мачт, свай, а также для колонн под сравнительно небольшую нагрузку, могут быть получены на специализированных каркасосварочных машинах полуавтоматического действия без предварительной заготовки отдельных арматурных элементов.

Для точечной сварки используется сварочная головка аппарата типа МТПГ-75.

11.4.2. Уплотнение центробежными силами

Сущность способа центробежного формования заключается в том, что форма вместе с загруженной в ней бетонной смесью вращается вокруг своей продольной оси с заданной скоростью. Под действием развивающихся центробежных сил частицы смеси отбрасываются к стенкам формы, прижимаются к ним, и смесь распределяется в форме слоем равномерной толщины.

Возникающее при этом прессующее давление, величина которого пропорциональна массе частиц бетонной смеси, их расстоянию от оси вращения и квадрату угловой скорости, способствует отжатию части воды затворения, что ведет к уплотнению бетона.

В результате формируются изделия, представляющие собой в сечении тела вращения с внутренней цилиндрической полостью, а это позволяет осуществлять формование труб и полых трубчатых конструкций без применения сложных двойных форм с внутренним сердечником. Внешнее очертание поперечного сечения формируемых изделий может быть различным: круглым, многоугольным, квадратным и др. Размеры изделий, формируемых центробежным способом, могут быть достаточно большими по длине (несущие колонны, осветительные мачты, опоры линий передач, связи длиной до 15 м и более) и в поперечном сечении (трубы диаметром 2 – 2,5 м и более).

Процесс центробежного формования можно разделить на две стадии: распределение бетонной смеси по стенкам формы и образование внутренней полости в изделии, то есть начальная стадия формования изделий и завершающая стадия – уплотнение бетонной смеси в сформованном изделии.

11.5. Оборудование для производства бесцементных и ячеистых бетонов

В приготовлении бесцементных и ячеистых бетонных смесей, когда наряду с гомогенизацией смеси нужна еще и активизация ее компонентов, основной и наиболее важной подготовительной операцией можно назвать тонкий помол компонентов вяжущего – извести, кварцевого песка, шлака. Тонкое измельчение, как известно, способствует лучшему использованию минеральных компонентов вяжущих и обуславливает проявление скрытой активности и вяжущих свойств многих видов шлаков и зол.

Тонкий помол материалов после предварительного дробления до кусков размером 40 – 50 мм осуществляется в мельницах различных систем, преимущественно в шаровых, а при небольшом объеме производства – в вибромельницах, позволяющих достигнуть высокой тонкости помола с меньшей затратой электроэнергии.

Сухой помол в мельницах требует значительного расхода электроэнергии, а также дорогостоящей предварительной сушки материалов до минимальной влажности, не превышающей 1 – 2 % по весу; при этом помольные установки, а также транспортирующие устройства должны быть герметизированы и оборудованы аспирационными устройствами. Поэтому во всех случаях, где это возможно, следует применять мокрый помол материалов. Вода при мокром помолу материала, как это доказано работами П. А. Ребиндера и др., является понизителем твердости (попадая в микрощели, оказывает расклинивающее действие) и позволяет снизить примерно в полтора раза продолжительность помола материала по сравнению с сухим способом и соответственно уменьшить расход электроэнергии либо увеличить тонкость помола. Особенно эффективен мокрый помол при добавке к воде поверхностно-активных веществ, например сульфитно-спиртовой барды, мылонафта и др.

При мокром помолу большое значение имеет правильный выбор концентрации твердых частиц в водной суспензии-шламе, а также выбор степени разжижения шлама, оцениваемой показателем его плотности или удельного веса. С увеличением густоты шлама в пределах, не нарушающих его текучести, необходимой для быстрой разгрузки мельницы, возрастает эффективность измельчения и, следовательно, производительность мельницы. Однако при очень густом шламе измельчение затрудняется вследствие повышения вязкости всей массы, оказывающей «буферное» действие (шары в шаровой мельнице замазываются). Наилучшие результаты по измельчению дает шлам, содержащий 35 – 40 % воды, что соответствует его плотности примерно 1,8 – 1,7 г/см³.

11.6. Приготовление силикатобетонных смесей

Наиболее важная часть процесса получения силикатобетонной смеси – это приготовление известково-кремнеземистого вяжущего и подготовка компонентов этого вяжущего. В остальном приготовление

силикатобетонной смеси мало чем отличается от приготовления обычных цементно-бетонных смесей: оно сводится к дозированию и смешиванию всех ее компонентов.

Известково-кремнеземистое вяжущее может быть получено на основе гидратной (гашеной) извести либо на основе негашеной извести (молотой кипелки) с последующим гашением ее после укладки смеси в формы в процессе гидратационного схватывания с гашением части извести во время приготовления вяжущего и остальной части – после укладки смеси в формы.

11.6.1. Приготовление силикатобетонной смеси на основе гидратной (гашеной) извести

Ниже приводится наиболее распространенный способ получения силикатобетонной смеси с гашением извести в процессе приготовления известково-кремнеземистого вяжущего. Известь гасят в силосах, куда она загружается после предварительного смешивания (в соответствующих пропорциях) с мелкими фракциями песка и небольшим количеством воды. После выдерживания в силосе в течение нескольких часов смесь гашеной извести с песком при влажности обычно не более 2 % тонко размалывается в мельнице. Полученное вяжущее, как и все остальные компоненты силикатобетонной смеси (заполнитель, вода), через весовые дозаторы поступает в бетоносмеситель. Гашение извести в силосах предпочтительнее, нежели в гасильных барабанах, особенно для медленно гасящейся извести. Однако это связано с удлинением процесса приготовления вяжущего, так как гашение в силосах длится в среднем 6 – 8 ч и более, в зависимости от качества извести и тонкости ее помола. Чтобы сократить срок гашения до 2 – 4 ч, смесь извести с песком до подачи ее в силос нагревают острым паром; пар, конденсируясь в воду, необходимую для гашения извести, нагревает смесь до 60 – 70 °С.

11.6.2. Приготовление силикатобетонной смеси на основе молотой извести-кипелки

Особенностями этого способа приготовления смеси являются весьма тонкий помол извести-кипелки, введение замедлителей схватывания, а также контроль за правильным выбором начального количества воды в смеси.

Известково-кремнеземистое вяжущее на основе кипелки можно готовить по двум технологическим схемам: совместным помолом дробленой извести-кипелки, песка и добавки гипсового камня либо отдельным помолом извести-кипелки и песка и последующим смешиванием компонентов вяжущего с другими составляющими силикатобетонной смеси (заполнитель, вода затворения). При отдельном помоле известь размалывают вместе с добавкой гипсового камня сухим способом, а песок, как правило, – мокрым способом.

Совместный помол извести-кипелки с песком карьерной влажности имеет то преимущество, что не требуется предварительная сушка песка перед помолом, так как влага песка, составляющая обычно 4 – 6 %, расходуется на гидратацию части извести в смеси. Это уменьшает количество негашеной извести и устраняет возможные нежелательные явления при гидратации извести после укладки смеси в формы (бурное выделение тепла со значительным испарением влаги из свежешелюженного бетона, большие объемные деформации, приводящие к образованию трещин, и др.).

После помола известково-песчаная смесь с частично загашенной известью (примерно до 20 – 25 % веса извести) поступает вместе с другими компонентами силикатного бетона через дозаторы в бетоносмеситель принудительного действия. Для регулирования сроков схватывания в смеситель вводят вместе с водой затворения раствор сульфитно-спиртовой барды (ССБ), которая так же, как и двуводный гипс, замедляет сроки схватывания извести-кипелки; ССБ может также применяться и без добавки гипса.

11.6.3. Приготовление силикатобетонной смеси по комбинированной схеме

Целесообразность применения силикатобетонных смесей на основе молотой извести-кипелки подтверждена многолетней практикой. Однако в ряде случаев, особенно при изготовлении малоподвижных и жестких смесей с повышенным содержанием извести, а также при использовании высокоактивной извести, необходимо, чтобы часть кипелки (примерно до 50 %, а в некоторых случаях и до 70 % от общего ее количества) была бы загашена в процессе приготовления.

Большое значение для обеспечения высокой степени однородности силикатобетонной смеси, состоящей, как правило, из мелкозер-

нистых компонентов, которые часто комкуются и с трудом перемешиваются, имеет выбор типа смесителя и режим смешивания. Наиболее эффективными смесителями принудительного действия для мелкозернистых смесей, в том числе силикатобетонных, являются рассмотренные ранее роторные смесители турбинного типа, а также смесители турбулентного типа.

11.7. Приготовление газобетонных смесей

Технологический процесс приготовления газобетонной смеси имеет некоторые вариации в зависимости от вида вяжущего, применяемого для получения газобетона.

Приготовление газобетонной смеси на цементном вяжущем характеризуется наиболее простой схемой. Основной подготовительной операцией является тонкий помол кварцевого песка до удельной поверхности не менее 2000 см²/г, осуществляемый, как правило, мокрым способом. Для улучшения процесса газообразования и повышения однородности смеси при помоле песка в шлам рекомендуется добавлять небольшое количество известкового молока или поверхностно-активных веществ. При загрузке песка в мельницу подается горячая вода или пар, чтобы получить необходимую температуру шлама порядка 40 – 15 °С. В мельницу желательно вводить минимально необходимое для эффективного помола песка количество воды (влажность шлама примерно 32 – 35 %), чтобы общее содержание ее в готовой смеси можно было корректировать, добавляя воду непосредственно в смеситель.

Полученный в результате мокрого помола песка шлам вместе с известковым молоком транспортируется в шлабассейн, расположенный над дозаторами смесительного отделения. В шлабассейне смесь молотого песка выдерживается при непрерывном перемешивании в течение 4 – 5 ч (устанавливаются обычно три шлабассейна с двухчасовым запасом каждый). Перемешивание может производиться при помощи мешалок, а также сжатым воздухом способом барботирования.

В смесительном отделении в самоходный газобетоносмеситель загружают отдозированное количество шлама, цемента, водного раствора регуляторов схватывания (в необходимых случаях), недостающее до расчетного количества подогретой воды; в отдельных случаях в смесь добавляют также некоторое количество мелкого природного

песка или иного наполнителя. После 2 – 3-минутного перемешивания растворной массы в смеситель вводится алюминиевая или магниевая пудра в виде водной суспензии в пропорции 1:10, и смесь дополнительно перемешивается еще в течение 2 мин.

Применяемые для приготовления смеси газобетоносмесители, служащие одновременно и раздатчиками смеси в формы, рассчитаны на достаточно большую емкость, обычно 4 – 6 м³. Они могут обслуживать большое число форм, располагаемых по обе стороны рельсового пути, по которому движется самоходный смеситель. Вертикальный вал в смесителе, снабженный пропеллерными лопастями для перемешивания смеси, делает около 50 об/мин. Лопасты устроены таким образом, чтобы смесь при перемешивании многократно перемещалась снизу вверх.

Цемент, применяемый для приготовления газобетона, должен быть свежей поставки, так как при использовании лежалого цемента значительно замедляются процессы газообразования. В этом случае требуется дополнительный домол цемента и введение ускорителя схватывания, например жидкого стекла, хлористого кальция и др.

Сначала производится совместный помол песка с негашеной известью и двухводным гипсом, являющимся замедлителем схватывания. В газобетоносмеситель подаются отдозированная сухая смесь тонкомолотых твердых компонентов, вода, подогретая до 25 – 30 °С, а при использовании смешанного вяжущего – цемент. После предварительного перемешивания массы в течение 2 – 4 мин в смеситель загружают отдельно приготовленную водную суспензию алюминиевой пудры с добавкой жидкого стекла в качестве регуляторов схватывания. Смесь дополнительно перемешивается еще в течение 1 – 2 мин, затем разливается в подготовленные формы.

В случае применения вместо кварцевого песка золы-уноса ТЭЦ известь-кипелка размалывается совместно с 20 – 25 % золы от общего ее количества в составе бетона. Измельченные компоненты загружают вместе с остальной золой в гомогенизаторы большой емкости, где смесь выдерживают при медленном перемешивании в течение 3 ч для усреднения состава. Далее газосиликатную смесь приготавливают по описанной выше схеме.

Выпускаемая промышленностью алюминиевая пудра имеет на поверхности частичек парафиновую пленку, которая препятствует

смачиванию пудры водой. Поэтому алюминиевая пудра всплывает, комкуется и неравномерно распределяется в смеси. Добавка поверхностно-активных веществ, повышающих смачивание парафинированной алюминиевой пудры, позволяет отказаться от взрывоопасной операции прокаливании пудры для ее депарафинирования.

При использовании наиболее прогрессивной так называемой вибротехнологии приготовления и вспучивания газобетонной или газосиликатной смеси путем комплексной виброобработки в смесителе и в процессе укладки в формы и газообразования применяются более вязкие смеси по сравнению со смесями при обычной технологии. В этом случае используют лопастные вибросмесители (с вертикальной осью вращения), в которых приводятся в колебательное движение смесительный барабан или только смешивающие лопасти.

11.8. Приготовление пенобетонных смесей

Приготовление пенобетонных смесей на цементном или известково-кремнеземистом вяжущем складывается из трех операций:

- 1) приготовления растворной смеси из минерального вяжущего, воды и тонкозернистого кремнеземистого компонента;
- 2) приготовления технической пены;
- 3) смешивания растворной смеси с технической пеной.

Компоненты растворной смеси смешиваются в лопастных растворосмесителях со скоростью вращения лопастного вала около 60 об/мин.

При использовании цементного вяжущего в растворосмеситель загружают: цемент, отдельно приготовленный шлам молотого песка или дисперсной золы-уноса и вода; при известково-кремнеземистом вяжущем – предварительно приготовленное по одной из рассмотренных схем вяжущее на основе молотой извести-кипелки и кремнеземистого компонента (молотый песок, зола), вода и замедлители схватывания; при гипсовом или гипсоцементно-пуццолановом вяжущем: гипс, вода, замедлители схватывания и в необходимых случаях – дисперсные минеральные заполнители.

Пену готовят в пеновзбивателе интенсивным смешиванием пенообразователя с водой в соотношении, устанавливаемом при подборе состава пенобетона. Приготовленный заранее или получен-

ный в готовом виде концентрат пенообразователя перед применением разбавляют водой в соотношении примерно 1:5 (концентрат: вода) и загружают в пеновзбиватель. Взбивают пену в одновальных лопастных смесителях с лопастями, обтянутыми металлической сеткой; скорость вращения вала 200 – 250 об/мин. Взбивание длится 3 – 6 мин в зависимости от вида пенообразователя.

Для ускорения пенообразования в пеновзбиватель подается сжатый воздух, который, барботируя, дополнительно перемешивает смесь.

Пена должна иметь однородную структуру с размером воздушных ячеек не более 1 – 2 мм, наличие крупных пузырей свидетельствует о том, что пена недостаточно взбита.

Пенобетонную массу готовят путем интенсивного смешивания раствора с пеной в лопастных смесителях при повышенной частоте вращения вала ($1 - 1,5 \text{ с}^{-1}$) до получения вполне однородной по цвету смеси с равномерно распределенными в ней ячейками. Длительность перемешивания примерно 2 мин. Для приготовления пенобетонной смеси применяют серийно выпускаемые трехбабанные пенобетоносмесители емкостью 500 и 750 л. В одном бабране приготавливается растворная смесь, в другом – взбивается пена, а в третьем, расположенном под первыми двумя, смешиваются раствор и техническая пена. Пенобетоносмесители снабжены установленными на общей раме дозаторами для всех составляющих.

Вопросы для самоконтроля

1. Для каких целей применяются бункеры и силосы?
2. Какие формы бункеров предпочтительны?
3. Какие бывают дозаторы?
4. Как работает пустотообразователь?
5. Как работает стационарный вибронасадок?
6. Что такое стационарное и скользящее виброштампование?
7. Какое оборудование применяется для формирования железобетонных труб?
8. Какое оборудование применяют при приготовлении пено- и газобетонов?

Глава 12. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

12.1. Оборудование для производства фибролита

Область применения фибролита обусловлена его физико-механическими и эксплуатационными свойствами, а также экономической целесообразностью его использования в различных частях жилых и производственных зданий.

Фибролит отличается наименьшей плотностью, поэтому имеет высокий показатель теплоизоляционных свойств, на его изготовление расходуется наибольшее количество портландцемента и химических добавок. Однако к недостаткам фибролита можно отнести необходимость использования штучных древесных отходов в виде чураков длиной не менее 50 см.

Высокие прочностные показатели цементно-стружечной плиты (ЦСП) позволяют получать на их основе ограждающие и несущие конструкции широкой номенклатуры для жилых, общественных и производственных зданий. Фибролитовые плиты применяют в качестве теплоизоляционного, конструкционно-теплоизоляционного и акустического материала в строительных конструкциях зданий и сооружений с относительной влажностью воздуха в помещении не выше 75 %. Фибролитовые плиты относятся к трудносгораемым и биостойким материалам.

Основной характеристикой цементного фибролита является средняя плотность, по которой он делится на три марки: 300, 400 и 500. Увеличение средней плотности повышает прочность и огнестойкость, но снижает теплоизоляционные свойства плит. Размеры выпускаемых плит, мм: длина – 2400, 3000; ширина – 600, 1200; толщина – 30, 50, 75, 100, 150.

Для изготовления фибролитовых плит применяют портландцемент марки не ниже 400, древесную стружку из древесины хвойных пород (ель, сосна, пихта), химические добавки (хлористый кальций, жидкое стекло, известь, серноокислый алюминий) и воду. Также допускается применение смеси стружки древесины других хвойных и лиственных пород при условии соблюдения требований, изложенных в таблице.

Физико-механические свойства фибролитовых плит

Показатели	Плита Ф-300	Плита Ф-400	Плита Ф-500
Средняя плотность плит в сухом состоянии, кг/м ³	250 – 350	351 – 450	451 – 500
То же, аттестованных по высшей категории качества, кг/м ³	250 – 275	351 – 375	451 – 475
Влажность, % по массе, не более	20	20	20
Предел прочности при изгибе, МПа, для плит толщиной, мм			
30	–	1,1	1,3
50	0,6	0,9	1,2
75	0,4	0,7	1,1
100	0,35	0,6	1,0
Модуль упругости плит при изгибе, МПа, не менее	–	300	500
Теплопроводность плит в сухом состоянии при температуре 20 ± 2 °С, Вт/(м · °С), не более	0,8	0,09	0,1
То же, аттестованных по высшей категории качества, Вт/(м · °С), не более	0,07	0,08	0,09
Водопоглощение, % по массе, не более	35	40	45

Цементный фибролит – достаточно долговечный материал, если он конструктивно защищен от непосредственных климатических воздействий. В большинстве конструкций защита фибролита от внешних климатических воздействий производится слоем штукатурки или бетона.

Влажность плит, аттестованных по высшей категории качества, должна составлять не более 15 %, а предел прочности при изгибе должен быть выше установленного на 25 %.

Сырьем для производства фибролитовых плит служат древесина, портландцемент, «минерализатор» и вода. Применяемая для изго-

товления древесина должна быть здоровой, без гнили, сучков, диаметром более 40 мм. Допускается косослой с отклонением волокон от прямого направления на 1 м длины не более 0,2 диаметра верхнего торца. Древесина может иметь кривизну в одной плоскости со стрелой прогиба на 1 м длины не выше 5 % при диаметре верхнего торца до 22 см и не выше 10 % при диаметре 22 см и более. Кроме того, перед использованием древесина должна быть выдержана в штабелях в период весенне-летних месяцев. Перезрелая и сухостойкая древесина не применяется. Цехи по производству цементного фибролита строятся в основном в районах лесозаготовок при домостроительных и деревообрабатывающих комбинатах.

После окорки и выдержки на складе древесину разрезают на чураки длиной 500 мм, из которых затем на древошерстных станках изготавливают древесную шерсть – узкие и тонкие полоски древесины длиной около 500 мм. Древесную шерсть пропитывают раствором «минерализатора» (хлористого кальция и др.) и смешивают в определенном соотношении с цементом.

Полученную смесь – шихту – укладывают в формы, прессуют и выдерживают в течение определенного времени. Цемент схватывается и достигает прочности, при которой извлекаемые из формы плиты не разрушаются. У плит обрезают неровности боковых и торцевых кромок и отправляют для дальнейшего вызревания и сушки. Для этого летом плиты складывают в цехе, зимой и осенью – в сушилке. По окончании сушки плиты рассортировывают и отправляют потребителям. В России фибролит выпускают в цехах трех типов, технологические схемы которых примерно одинаковы: цехи малой производительности (до 20 тыс. м³ фибролитовых плит в год); цехи с полуавтоматизированными поточными линиями (производительностью 79 тыс. м³ фибролитовых плит в год); цехи, работающие на финском оборудовании. Цех, оснащенный полуавтоматизированной поточной линией, наиболее прогрессивный.

В связи со значительным ростом производства цементного фибролита в последние годы расширилось и его применение в различных областях строительства. Из цементного фибролита изготавливают плиты длиной 2000, 2400, 3000 мм; шириной 500, 550 и 1150 мм и толщиной 24, 35, 50, 75 и 100 мм. По длине и ширине плит допускаются

отклонения ± 5 мм, а по толщине ± 3 мм, причем в одной партии плиты могут иметь только однозначные отклонения, то есть только плюсовые и только минусовые. Заводы выпускают в основном прямоугольные плиты размерами $2400 \times 550 \times 75$ мм с допускаемым отклонением от прямого угла 3 мм на 500 мм длины грани. Плиты не должны иметь трещин, расслоений, глубоких впадин или выпуклостей, отколотых или надломанных ребер и углов, комков непромешанного цемента, а также не покрытой цементным раствором древесной шерсти. На поверхности плит не допускается высолов в виде белых пятен.

Фибролитовые плиты изготавливают следующих видов: теплоизоляционные, конструктивные и акустические. Применяют их для различных целей. Теплоизоляционные цементно-фибролитовые плиты марок 300 и 350 применяют для утепления ограждающих конструкций. Конструктивные фибролитовые плиты повышенной прочности марок 400 и 500 можно использовать и как теплоизоляционный материал для устройства наката перекрытий, перегородок и покрытий зданий, а также стен в деревянном стандартном домостроении.

Акустические цементно-фибролитовые плиты толщиной 35 мм как отделочный материал применяют в помещениях производственных и общественных зданий, где требуется специальная звукоизоляция (здания аэропортов, помещения машиносчетных станций, фойе театров, кинотеатров, кафе, рестораны и т. п.). Цементно-фибролитовые плиты применяют в качестве конструктивно-теплоизоляционного заполнения в стандартных деревянных домах щитовой и каркасной конструкции (стены, перекрытия), для утепления тонких кирпичных и бетонных стен в сельскохозяйственных постройках различного назначения.

Эффективным считается применение цементно-фибролитовых плит в качестве опалубки при строительстве различных бетонных сооружений, когда они затем остаются в конструкции, и выполняют роль теплоизоляции. Цементный фибролит используют в жилищном строительстве в качестве теплоизоляционного слоя в стеновых панелях различных конструкций для утепления чердачных перекрытий, совмещенных кровель, карнизных панелей, вентиляционных каналов и т. п. В промышленном строительстве цементный фибролит может быть предназначен для утепления различных покрытий.

12.2. Оборудование для производства древесно-волоконистых плит

Древесно-волоконистые плиты (ДВП) получают путем горячего прессования волокнистой массы, состоящей из органических, преимущественно целлюлозных волокон, воды, наполнителей, синтетических полимеров и специальных добавок. Сырьем для изготовления плит служат отходы деревообрабатывающих производств и лесозаготовок (древесная щепка и дробленка), а также стебли тростника, льняная костра и другие растительные материалы. В зависимости от удельного давления при прессовании и дальнейшей обработки древесно-волоконистые плиты выпускают сверхтвердыми, твердыми, полутвердыми и мягкими (изоляционно-отделочные и изоляционные).

Древесину на рубильных машинах перерабатывают в щепу, которую затем проваривают в 1 – 2 %-ном растворе едкого натра для нейтрализации смолистых и сахаристых веществ. Проваренную и промытую горячей водой щепу размалывают в дефибрерах или других машинах до тонковолокнистого состояния. После этого волокна перемешивают с водой. В смесь добавляют парафиновую эмульсию, антисептики, антипирены. Для изготовления сверхтвердых плит в смесь вводят фенолформальдегидные полимеры.

Приготовленная масса поступает на сетку отливной машины, где обезвоживается, формуется в ковер заданной толщины и направляется либо в роликовую сушилку для изготовления изоляционных плит, либо в горячий пресс для изготовления твердых плит. Прессование происходит при температуре 150 – 165 °С под давлением 1 – 5 МПа. Плиты ДВП могут быть изготовлены полусухим и сухим способами.

Древесно-волоконистые плиты в зависимости от плотности подразделяются на мягкие (М), полутвердые (ПТ), твердые (Т) и сверхтвердые (СТ). По минимальному пределу прочности при изгибе древесно-волоконистые плиты делятся на марки: М-4, М-12, М-20, ПТ-100, Т-350, Т-400 и СТ-500.

При контрольной проверке от предъявляемой партии отбирают 5 % плит для поштучного осмотра и обмера и три плиты для определения физико-механических свойств. Отклонение размеров плит по длине и ширине допускается ± 5 мм, по толщине ± 3 , – 1 в зависимости от марки плит.

Древесно-волокнистые плиты применяют при устройстве перегородок, облицовке стен, обшивке потолков, настилке полов, а также при изготовлении дверных полотен и встроенной мебели. Особенно ценными для строительства считаются отделочные и теплозвукоизоляционные древесно-волокнистые плиты. Красивый внешний вид, разнообразие цвета и фактур, крупные размеры, легкость монтажа и обработки, невысокая стоимость определяют высокую эффективность их применения.

Отделочные древесно-волокнистые плиты выпускают следующих видов: с матовой лицевой поверхностью, окрашенной водоэмульсионными поливинилацетатными красками (тип А); с зеркально-глянцевой лицевой поверхностью или полуматовой (под шагрень), окрашенной эмалями на основе синтетических смол (тип Б).

Плиты типа А применяют для облицовки стен и потолков в зданиях с нормальным режимом эксплуатации; плиты типа Б предназначены для облицовки стен в кухнях и санитарных узлах жилых зданий, щитовых дверей, а также в помещениях с особым санитарно-гигиеническим режимом эксплуатации (в медицинских учреждениях, продуктовых магазинах и пр.). Иногда для этих же целей применяют твердые древесно-волокнистые плиты с декоративными эмалевыми покрытиями, имитирующими глазурованные плитки. Плиты, облицованные синтетической пленкой с прокладкой текстурной бумаги под цвет и текстуру древесины ценных пород, применяют в производстве мебели, щитовых дверей, панелей и т. д.

Для покрытия полов используют сверхтвердые древесно-волокнистые плиты, обработанные синтетическими смолами и высыхающими маслами. Плиты можно укладывать непосредственно по цементно-керамзитовой стяжке, гипсоцементным прокатным панелям, цементным стяжкам и дощатым настилам.

Плиты приклеивают к основанию пола кумарононаиритовой мастикой КН-2, поливинилацетатной дисперсией, найритовым клеем НТ-4.

Твердые древесно-волокнистые плиты с лакокрасочным покрытием используют в качестве отделочного материала при строительстве жилых, общественных и производственных зданий, изготовлении транспортных средств, торгового оборудования, мебели, дверных полотен. Плиты состоят из основы – древесно-волокнистой плиты и ла-

кокрасочного покрытия. В зависимости от внешнего вида последнего плиты выпускают двух типов: А – с декоративным печатным рисунком, Б – одноцветные.

Мягкие древесно-волокнистые плиты применяют в строительстве в качестве материала для термоизоляции стен, потолков и полов, для изготовления инвентарных сборно-разборных зданий; в щитовых конструкциях зданий (вкладывают внутрь щитов наружных стен и потолков); в промышленных зданиях для теплоизоляции совмещенных крыш, в панельных зданиях в качестве звукоизоляционных прокладок, подкладок и выравнивающих слоев под твердые покрытия полов.

Твердые древесно-волокнистые плиты используют в строительстве в качестве листового обшивочного материала для облицовывания каркасных перегородок, стен и потолков жилых, общественных и производственных зданий; для изготовления щитовых дверей, деталей встроенных шкафов; в мебельной промышленности для задних, боковых стенок и донышек; для изготовления тары.

12.3. Оборудование для производства изделий из пластических масс

Процесс получения изделий из пластических масс включает подготовку исходных компонентов, их смешивание и формование.

Экструзия – непрерывный процесс продавливания вязкотекучей полимерной композиции через мундштук экструдера. С помощью экструзии получают погонажные изделия, трубы, листы, линолеум и другие изделия. Например, при получении полиэтиленовых труб гранулы полиэтилена загружают в экструдер, где они нагреваются, размягчаются и перемешиваются до гомогенного состояния, а затем с помощью шнека выталкиваются через кольцевой формирующий зазор. Выдавливаемая труба поступает в калибровочную насадку, где охлаждается, отвердевает и калибруется. Затем труба окончательно охлаждается в ванне с циркулирующей водой, проходит через вытяжное устройство и разрезается на отдельные изделия заданной длины или свертывается в бухты.

Прессование – формование изделий из реактопластов в обогреваемых гидравлических прессах. При изготовлении изделий из прес-порошков изделия прессуют в горячих пресс-формах. Технологический процесс состоит в этом случае из дозирования порошка, табле-

ток или гранул, загрузки их в форму, выдерживания в ней под давлением, размыкания формы и извлечения готового изделия. В пресс-формах изготавливают, например, детали санитарно-технического и электротехнического оборудования, фурнитуру. В одной форме часто изготавливают сразу несколько изделий. При изготовлении древесностружечных плит, бумажно- и древесно-слоистых пластиков, а также стеклопластиков применяют прессование на многоэтажных прессах. Листовой и волокнистый наполнители пропитывают растворами терморезистивных полимеров, подсушивают, собирают в пакеты или укладывают в формы и прессуют. При прессовании на многоэтажных гидравлических прессах создается усилие 100 – 500 кН при одновременном нагревании до требуемой температуры. При заданном давлении и температуре материал выдерживают и охлаждают.

Литье под давлением – формование путем нагрева пластических масс до вязкотекучего состояния с последующим выдавливанием в форму. Этим способом перерабатывают преимущественно термопласты. Для литья под давлением применяют машины с горизонтальным и вертикальным литьевыми цилиндрами, в которых полимерная масса нагревается, подвергается пластификации с помощью шнека, а затем впрыскивается поршнем через сопло в форму. Давление, развиваемое поршнем, составляет 80 – 150 МПа, полимерная масса впрыскивается при температуре 420 – 475 К. В пресс-форме изделие выдерживается под давлением, охлаждается и затвердевает. Готовое изделие после разъема формы выталкивается толкателем, и цикл повторяется. Литье под давлением широко применяют при формовании облицовочных плиток и других разнообразных изделий из полистирола, полиэтилена, полиамида и других полимеров.

Наряду с литьем под давлением для изготовления пластмассовых изделий применяют и простое литье, при котором пластическую массу в жидком состоянии без давления заливают в формы, где она отверждается. Формы для отливки изготавливают из гипса, легких сплавов, стали и т. п. Простым литьем получают некоторые изделия из полиамидов, полиметилметакрилата и др.

Термоформование – переработка в изделия пластмассовых заготовок, нагретых до определенной температуры. Применяют пневмотермоформование и вакуумное термоформование. При первом способе формование производят в закрытых формах, установленных на

гидравлических прессах. Крышка формы снабжена штуцером, через который подают сжатый воздух. Заготовку укладывают на матрицу, с помощью пресса уплотняют ее по периметру, а затем давлением воздуха до 2,5 МПа прижимают размягченную массу к стенкам матрицы. При вакуумном термоформовании изделия изготавливают на специальных вакуум-формовочных машинах. Заготовку закрепляют по контуру полый формы, нагревают и создают разрежение в полости.

Сварка и склеивание служат для получения пластмассовых изделий путем соединения отдельных заготовок. Сваркой соединяют большинство термопластов. По способу нагрева различают сварку контактную, высокочастотную, радиационную, фрикционную, горячим газом, ультразвуком. Универсальной считается сварка горячим газом. В зависимости от типа пластмассы выбирают вид газа: для сваривания поливинилхлорида – воздух, полиэтилена – азот и т. д. При сварке подготовленные кромки элементов и сварочный пруток размягчаются горячим газом и под давлением образуют прочный шов. Прочность сварки составляет 80 – 100 % от прочности основного материала.

С помощью термоформования изготавливают тонкостенные санитарно-строительные изделия – ванны, умывальники, раковины и др. Склеивание применяют для соединения термопластичных терморезистивных пластмасс.

Клеи применяют холодного и горячего отверждения. Клеи на основе термопластичных полимеров отвердевают в результате удаления растворителя или охлаждения расплава. Полученные соединения не выдерживают высоких температур, действия органических растворителей и длительного нагружения.

Термопластичные полимеры можно склеивать органическим растворителем, вызывающим набухание стыкуемых концов и их слипание при сжатии. Соединения на терморезистивных полимерах отличаются более высокой прочностью, теплостойкостью, устойчивостью против старения и действия агрессивных сред. Недостатками этих соединений являются хрупкость, низкая стойкость к ударам и вибрации.

Получение пластмасс с пористой структурой. Пористая структура полимерных строительных материалов может быть получена химическим и физическим способами. Химический способ основан на термическом разложении газообразователей, введенных в состав по-

лимерной композиции. Образующиеся при этом газы вспенивают полимер. Сущность физического способа заключается в расширении газов, растворенных в полимерах, после снятия давления или при повышении температуры. Вспененную структуру пластмасс можно также получать при механическом диспергировании газа и последующем отверждении полимеров.

К газообразователям относятся органические вещества (порофторы), которые при повышенной температуре разлагаются с выделением азота, углекислоты, аммиака и других газов. Эти вещества выделяют газ в результате необратимого термического разложения. Применяют также газообразователи, обладающие способностью к обратимому термическому разложению. К ним относятся неорганические вещества – карбонат аммония, бикарбонат натрия и др. Веществами, способными вспенивать полимеры при нагревании до температуры кипения или при снижении давления, являются такие легкокипящие жидкости, как бензол, ксилол, толуол, вода, спирты и др. Отдельную группу пенообразователей составляют поверхностно-активные вещества, облегчающие диспергирование газа в виде мелких пузырьков и повышающие устойчивость тонких полимерных пленок между пузырьками.

Пористые полимерные материалы можно получить как при повышенном, так и при нормальном давлении. С применением повышенного давления пористые пластмассы получают прессованием, экструзией и литьем под давлением. Наиболее распространен прессовый метод, сущность которого заключается в прессовании смеси полимера и газообразователя при повышенной температуре с последующим вспениванием размягченной композиции в пресс-форме.

Если при формовании поро- и пенопластов повышенное давление не используется, то применяют беспрессовый, химический и дисперсионный методы. При беспрессовом методе полимерная композиция вспенивается при нагревании до температуры кипения растворителя или разложения газообразователя. Сущность химического метода заключается во вспенивании смеси газами, выделяющимися при взаимодействии компонентов в процессе полимеризации или поликонденсации. По дисперсионному методу полимерная композиция, связанная с пенообразователем, вспенивается с помощью быстроходных смесителей и продуванием через раствор газообразного вещества с последующим отверждением полимера.

В современном индустриальном строительстве для покрытия полов широко применяют полимерные рулонные материалы. Они в несколько раз легче керамических и деревянных покрытий, прочны, биостойки и гигиеничны, а также имеют красивый внешний вид. Полы из рулонных материалов экономичны и полностью отвечают требованиям индустриализации строительства.

Рулонные материалы для покрытия полов (линолеумы) изготавливают на основе различных синтетических полимеров с введением наполнителей, пластификаторов и пигментов. По виду исходного полимера различают линолеумы поливинилхлоридные, глифталевые, коллоксилиновые, резиновые (релин) и др. По структуре – безосновные и с упрочняющей или тепло- и звукоизолирующей основой, однослойные и многослойные, по фактуре лицевой поверхности – с гладкой, рифленой и ворсистой (для ковровых покрытий) поверхностью, по цвету – одноцветные и многоцветные.

Рулонные полимерные материалы для покрытия полов хорошо сопротивляются истиранию, обладают малым водопоглощением, высокой упругостью и другими положительными свойствами. Лицевая поверхность линолеумов должна быть гладкой, глянцевой или полуматовой, без пятен, царапин, вмятин, раковин и бугорков. Одноцветный линолеум должен иметь ровный, одинаковый тон по всей поверхности. Многоцветный линолеум должен быть глубоко покрашен, то есть рисунок должен проходить сквозь всю толщину слоя износа, быть четким. Цвет линолеума не должен изменяться под воздействием света, воздуха и воды.

Поливинилхлоридный одно- и многослойный линолеум на подоснове изготавливают каландровым и экструзионным способами.

Производство поливинилхлоридного линолеума без подосновы осуществляется путем дозирования и смешивания компонентов, последующей пластификации массы при ее переработке на вальцах и завершается формованием полотна на каландрах. В состав массы однослойного линолеума обычно входит 40 – 45 % суспензионного поливинилхлорида, 18 – 22 % пластификатора, 0,5 – 1 % стабилизатора, 18 – 35 % наполнителей (тальк, барит, каолин, мел, древесная мука и др.), 5 – 15 пигментов. В многослойном линолеуме в состав массы для лицевого слоя обычно вводится в 2 – 3 раза больше полимерного связующего и соответственно меньше наполнителей, чем для нижних

слоев. Компоненты смешивают в лопастном смесителе при 60 – 80 °С. Пластфикацию производят при температуре 120 – 140 °С в течение 2 – 4 ч с активным растиранием и перемешиванием массы на валковом смесителе с двумя параллельными парами вальцов, по выходе из которых она приобретает форму ленты и далее направляется конвейером на четырехвалковый каландр. Валки каландра имеют полированную поверхность и нагреваются паром до рабочей температуры 150 – 165 °С. На каландре полотно линолеума формируется и калиструется, затем поступает на барабанную охлаждающую камеру. Охлажденный до 40 °С линолеум специальным устройством обрезают и разрезают на полотнища заданных размеров, после чего скатывают в рулоны.

При производстве многослойного (с двумя и более слоями) линолеума сначала изготавливают пленки для лицевого слоя и для нижних слоев; последние изготавливают с максимально допустимым содержанием наполнителя, что значительно сокращает расход дорогостоящего полимера. Затем пленки дублируют (склеивают) на специальных барабанных прессах под давлением 0,5 – 1,5 МПа при температуре до 170 °С.

Производство линолеума экструзионным методом заключается в непрерывном выдавливании полимерной массы с помощью червячной машины (экструдера) сквозь формующую широкощелевую головку. Этот метод используется для производства линолеума без подосновы, а также подосновного линолеума.

Экструзионный метод применяют особенно эффективно при изготовлении многослойных линолеумов, так как при этом исключается дублирование – одна из наиболее сложных операций в технологии рулонных материалов. Многослойный линолеум формируется при совместной работе нескольких экструдеров, связанных общей плоскощелевой головкой. Технология экструзионного двухслойного линолеума включает следующие операции: приготовление смеси для верхнего слоя; приготовление смеси для нижнего слоя; формование двухслойного полотна с последующей термостабилизацией; обрезку кромок, раскрой по длине, разбраковку, скатывание в рулоны и упаковку.

Промазной метод применяют в производстве поливинилхлоридных линолеумов на подоснове. При этом методе на основе эмульсионного поливинилхлорида готовят линолеумную пасту, которую затем наносят на движущуюся подоснову с последующей термо-

обработкой в камерах и уплотнением на каландре. В качестве подосновы применяют льняные, джутовые и кенафные ткани. Теплоизоляционной и звукопоглощающей подосновой являются войлок и другие волокнистые материалы.

Поливинилхлоридный линолеум выпускают в виде полотнищ длиной не менее 12 м и шириной 1200 – 2400 мм. Толщина линолеума 1,2 – 1,6 мм. По окраске он может быть одноцветным (разных цветов), мраморовидным и узорчатым.

Вопросы для самоконтроля

1. Что представляет собой фибролит и какова область его применения?
2. Назовите сырье для получения плит ДВП и применяемые для их изготовления машины.
3. Виды отделочных плит ДВП, применяемые в строительстве.
4. Для каких целей используют экструзеры, каландры и какие изделия получают с использованием этих установок?

Глава 13. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА НЕОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

13.1. Оборудование для производства теплоизоляционных материалов

Минеральная вата – самый распространенный теплоизоляционный материал. Теплоизоляционные свойства минеральной ваты обусловлены содержанием в ней большого количества воздушных пор и каналов, заключенных между волокнами.

Производство минеральной ваты независимо от типа плавильного агрегата и способа переработки минерального расплава включает следующие основные этапы:

- подготовку (измельчение) сырья в дробилке;
- сортировку сырья в грохоте;
- плавление и получение расплава в вагранке или в ванной печи;
- переработку минерального расплава на центрифуге;
- осаждение минеральной ваты и образование минерального ковра в камере волокноосаждения.

В качестве сырья для получения минеральной ваты используются силикатные породы (кремнезем), шлаки, являющиеся отходами металлургии, керамический бой и др. В процесс подготовки шихты входят следующие операции: получение необходимых фракций кокса и сырьевых компонентов, составление рабочей шихты – рабочей калоши в вагранку. Твердое кусковое сырье должно подвергаться дроблению и сортировке.

Плавление сырья происходит в шахтной печи – вагранке. Вагранка представляет собой вертикальную печь, состоящую из двух основных частей – горновой и шахтной. В горновой нижней части происходит горение топлива и плавление сырья. Сортированное сырье и кокс из расходных бункеров через весовые дозаторы с помощью транспортера поступают на загрузку в верхнюю часть вагранки.

Загруженное сверху сырье и топливо чередующимися слоями опускаются вниз, а образующиеся в нижней части вагранки продукты горения топлива – горячие газы – поднимаются вверх, передавая свое тепло верхним слоям материала. Таким образом, сырье, опускаясь вниз по вагранке, разогревается, превращаясь в расплав, который через охлаждаемую водой летку и лоток непрерывно вытекает наружу. При этом температура расплава должна быть на 300 °С выше температуры плавления сырья.

Минеральная вата из расплава получается различными технологическими приемами, такими как пародутьевой способ, центробежно-валковый, центробежно-дутьевой и центробежно-фильерный.

Пародутьевой способ наименее экономичен. При этом способе расплав, вытекающий из летки вагранки, раздувается в капли струей пара, вытекающей из сопла с большой скоростью. Далее капли еще не затвердевшего расплава под действием парового потока вытягиваются в волокна. Для раздува применяется перегретый пар. При высокой производительности вагранки и большом количестве расплава струю, выходящую из летки, разделяют на несколько частей при помощи рассекателя. Это обеспечивает более качественный раздув и получение качественной минеральной ваты.

Центробежно-валковый способ представляет собой получение минерального волокна с помощью центрифуги, основой которой являются четыре рабочих вала, вращающихся с большой скоростью вокруг своих горизонтальных осей. Центрифуга одной своей откры-

той стороной примыкает к системе волокноосаждения. Минеральный расплав из вагранки подается под углом $30 - 40^\circ$ на валки и расщепляется. Процесс волокнообразования завершается на четвертом валке. Образующиеся от всех валков волокна подхватываются воздушным потоком и уносятся в камеру волокноосаждения, где оседают на движущемся конвейере.

Центробежно-дутьевой способ – это комбинированный способ производства минерального волокна, состоящий из центробежного расщепления основной струи расплава с последующим вытягиванием частиц расплава в волокна под действием пара.

Центробежно-фильерный способ производства минеральной ваты имеет незначительное распространение. Процесс получения волокон по этому способу следующий. Расплав из вагранки через летку поступает в платиновую обогреваемую фильерную пластину, служащую питателем и имеющую большое количество отверстий – фильер диаметром 1,8 мм. Выходящие из фильер струи расплава дополнительно раздуваются сжатым воздухом в волокно, которое попадает на сетчатый транспортер камеры волокноосаждения, в которой, кроме процесса осаждения волокон на сетчатый транспортер, проходящий по всей ее длине, происходит обеспыливание минеральных волокон путем опрыскивания их вязкими веществами, например водной эмульсией эмульсола, минеральными маслами и др.

Изделия из стекловолокна находят широкое применение в строительстве, в первую очередь при теплоизоляции кровель, перекрытий. Как звуко- и теплоизолирующий материал, отвечающий требованиям санитарии, стекловату широко применяют для изоляции внутренних перегородок и стен.

Стекловолокно представляет собой материал, получаемый из расплавов стекломассы. Оно служит полуфабрикатом при производстве тепло- и звукоизоляционных изделий. Технология производства стекловолокна во многом сходна с технологией производства минеральной ваты. В настоящее время стекловолокно производят дутьевым, центробежным, фильерным и штабиковым способами.

Сырьем для производства стеклянного волокна служат кварцевый песок, известняк, сода и сульфат натрия. Сырьевую смесь готовят следующим образом: песок сушат в сушильном барабане, известняк дробят в щековой дробилке и подвергают помолу в бегунах, соду и

сульфат пропускают через дезинтегратор для разрыхления. Подготовленные сырьевые материалы отвешивают и смешивают до получения однородной шихты. Дутьевой способ получения стеклянного волокна – наиболее распространенный способ производства.

Фильерный способ производства стекловолокна позволяет получать непрерывное стекловолокно, которое вытягивается из расплавленной стекломассы. Расплавленное стекло под давлением собственной массы вытекает из плавильной печи через фильтры в виде капель, которые вытягиваются в волокна. Волокна прикреплены к барабану, вращающемуся со скоростью 2 м/мин. Количество растягивающихся волокон может быть до 200 штук одновременно. Из стеклянного волокна, полученного способом вытягивания, изготавливают маты и полосы, которые представляют собой ряд последовательно наложенных друг на друга слоев стеклянного волокна.

Центробежный способ производства стекловолокна состоит в следующем: под действием центробежной силы струя расплава растекается более тонкими струями, которые затем вытягиваются в волокна. Производительность центрифугальной установки мала, и в конструктивном отношении этот способ недостаточно надежен – происходит быстрая срабатываемость керамических вращающихся дисков.

Центрифугально-дутьевой способ в последнее время начали применять достаточно часто. Сущность его заключается в следующем. Расплав стекломассы через отверстия в фидере вытекает струей в полый вертикально установленный вал машины. На нижнем конце вала закреплен распределитель и центрифугальная чаша, которые вращаются вместе с валом. Боковые стенки чаши имеют большое количество отверстий – фильер, через которые стекломасса продавливается в виде струек и вытягивается под действием центробежных сил. Поток газов транспортирует стекловолокно в камеру волоконоохлаждения, где оно оседает в виде ковра.

13.2. Оборудование для производства керамических изделий

В современном строительстве керамические изделия используют для возведения стен зданий, облицовки, в сборном домостроении и для других целей. Материал, из которого состоят керамические изделия, называют керамическим черепком. Основным сырьем для производства керамических материалов и изделий служат глины.

Основные этапы производственного процесса производства керамических изделий примерно одинаковы и включают следующее: добычу и складирование сырьевых материалов, подготовку пластичной массы, формование сырца, сушку, обжиг, упаковку и хранение на складе.

Глину для производства керамических изделий добывают открытым способом экскаваторами. Промежуточный запас материала хранится на открытых и закрытых складах, оборудованных мостовыми кранами.

Формовочную массу готовят пластическим полусухим или мокрым (шликерным) способами.

Пластический способ предусматривает подготовку формовочной массы следующим способом. Первичное дробление глины осуществляют в глинорыхлителе, который представляет собой самоходную тележку, совершающую возвратно-поступательные движения над ящичным подавателем. Рабочим органом глинорыхлителя является вращающийся вал с фрезами. Дробление глины до мелких кусков (10 –15 мм) осуществляют в дробилке. Измельченную глину и отощающие добавки дозируют для предварительного перемешивания в двухвальном смесителе.

Пластическим способом готовят сырьевую смесь для производства керамического кирпича, керамических камней.

Полусухой способ подготовки предусматривает грубое измельчение глины в стругачах, зубчатых или дезинтегральных вальцах. Затем глину сушат в прямоточном сушильном барабане. Высушенную глину измельчают в дезинтеграторах или на бегунах сухого помола. Крупные фракции отделяют на вибрационных ситах и возвращают на повторное измельчение. Совмещать эти операции можно в одном аппарате – шахтной мельнице. Увлажнение порошка для придания ему влажности, оптимальной для прессования, производят в двухвальном лопастном смесителе.

Шликерный способ подготовки осуществляют в двух вариантах – беспрессовом и прессовом. При беспрессовом способе шликер готовят совместным или раздельным с последующим смешиванием помолов в водной среде глин и отощающих добавок. Он представляет собой однородную текучую массу влажностью до 60 %. Для получения прессового шликера глиняную смесь готовят обычным способом, за-

тем его обезвоживают на фильтр-прессах, а коржи вновь распускают в пропеллерных мешалках. Таким образом целесообразно получать пресс-порошок для производства тонкостенных плиток.

Керамические изделия формуют различными способами: пластическим, сухим и литья.

Пластический способ формования применяют при изготовлении изделий из пластичных глиняных масс с влажностью 18 – 23 %. Этим способом изготавливают керамический кирпич, камни, черепицу. Большинство керамических изделий формуют в ленточных прессах.

Сухой способ формования применяют при изготовлении сырца прессованием из рыхлых порошкообразных глиняных масс влажностью до 8 %. Изделия прессуют в металлических пресс-формах на рычажных или гидравлических прессах. Разновидностью этого способа считается полусухой способ, при котором сырец прессуют при влажности порошка 8 – 12 %, что значительно сокращает затраты на сушку сырца.

Способ литья предусматривает предварительное измельчение исходных материалов и перемешивание с большим количеством воды (влажность получаемой смеси 40 – 60 %) до получения однородной массы – шликера. Шликер заливают в формы с пористыми стенками (например, гипсовыми). Избыточная влага впитывается в стенки формы, а на стенках осаждается керамический черепок, который и является стенками формуемого изделия. Остаток шликера заливают в полученные формы и отправляют в сушилку.

Этот способ применяют для изготовления санитарно-технических керамических изделий. Сушка керамических изделий необходима для придания изделию-сырцу механической прочности и подготовки его к обжигу. Сушат изделия конвективным или радиационным способами. При конвективном способе сушка происходит при помощи дымовых газов или горячего воздуха. При радиационной сушке изделия воспринимают теплоту от нагретых поверхностей. Сушка керамических изделий может быть естественной и искусственной. Естественная сушка под навесами и в сушильных сараях не требует затрат топлива, но продолжается 10 – 15 суток. На крупных заводах по производству керамических изделий производят искусственную сушку в туннельных сушилках непрерывного действия.

Обжиг просушенных керамических изделий – завершающий этап производства. В результате обжига изделие приобретает такие свойства, как плотность, прочность и др. Подъем температуры при обжиге до 200 °С вызывает удаление свободной воды. Этот период осуществляется медленно, так как при интенсивном парообразовании сырец может разрушиться. С повышением температуры до 700 °С выгорают органические примеси, а керамическая масса теряет свои пластические свойства. При дальнейшем повышении (свыше 700 °С) ускоряется процесс спекания, образуется расплав, обволакивающий нерасплавившиеся частицы.

Процесс обжига делится на три периода: нагрев до заданной температуры, выдерживание при этой температуре и охлаждение.

Обжигают керамические изделия в кольцевых, туннельных и др. печах. Кольцевая печь – это эллипсообразный замкнутый обжиговой канал, разделенный на условные камеры. Количество камер в кольцевой печи от 16 до 36 в зависимости от ее производительности. Условные зоны располагаются в такой последовательности: загрузка, подсушка, подогрев, обжиг, охлаждение и выгрузка.

Керамзит – легкий пористый материал ячеистого строения в виде гравия (реже щебня), сырьем для производства которого служат легкоплавкие глины.

Процесс изготовления керамзита состоит из следующих основных операций: добычи глинистого сырья, его складирования и доставки к месту производства; переработки сырья и приготовления исходного полуфабриката – сырца, пригодного для обжига со вспучиванием; обжига и охлаждения керамзита; сортировки и при необходимости домола заполнителя; складирования и выдачи готового продукта.

Основное оборудование керамзитовых предприятий – это оборудование для обжига. В настоящее время наибольшее распространение получил метод обжига керамзитового гравия в одно- и двухбарабанных вращающихся печах. Кроме того, осваивается промышленное производство керамзитового гравия и песка в печах кипящего слоя.

Достоинством вращающихся печей как аппаратов для вспучивания глинистых пород можно назвать то, что они позволяют получать заполнитель, зерновой состав которого в основном соответствует требованиям к заполнителю при изготовлении легких бетонов. Поэтому после обжига, как правило, керамзит лишь сортируют и в отдельных

случаях корректируют зерновой состав заполнителя. Тем самым в большинстве случаев сохраняется форма зерен и остается незатронутой дроблением их спекшаяся шероховатая поверхностная корка, отличающаяся более высокой прочностью, чем вспученная масса внутри. Это повышает строительные качества заполнителя. Другое важное достоинство вращающихся печей состоит в том, что зерна материала в них вспучиваются в свободном объеме, не ограниченном стенками или неподвижной массой таких же зерен. Поэтому процесс может достигать самой высокой интенсивности, что позволяет получать весьма эффективные заполнители с объемным весом 200 – 500 кг/м³.

К недостаткам вращающихся печей помимо их низкой тепловой экономичности относится трудность обжига в них глинистых пород, обладающих слабой, а иногда и средней склонностью к вспучиванию, а также пород с малым интервалом вспучивания. Такие породы склонны к слипанию и образованию крупных спекшихся, а иногда сплавленных конгломератов материала («козлов»).

При обжиге керамзитового гравия во вращающихся печах важнейшим признаком для типизации керамзитового производства служат применяемые способы переработки сырья и приготовления полуфабриката. Опыт показал, что какого-либо универсального метода переработки глин и их грануляции в полуфабрикат, пригодный для вспучивания, не существует. Более того, способы изготовления полуфабриката, его размеры, форма, влажность и другие параметры могут и должны изменяться в зависимости от свойств употребляемого сырья.

Технологическая схема производства керамзита по сухому способу включает следующее: добычу глинистой породы на карьере (экскаватор, самосвал); дробление камнеподобного или подсушенного глинистого сырья на крошку (валково-зубчатая дробилка, грохот), сортировку крошки; обжиг крошки со вспучиванием (вращающиеся печи); охлаждение керамзита (барабанный или слоевой холодильник); сортировку керамзита и корректировку его зернового состава (ситобурат, молотковая дробилка); складирование и выдачу готовой продукции.

Технологическая схема производства керамзита по пластическому способу включает следующие производственные операции: добычу глинистой породы; пластическую переработку увлажненного

глинистого сырья и приготовление полуфабриката, пригодного для обжига со вспучиванием; обжиг полуфабриката; охлаждение керамзита; сортировку и корректировку зернового состава керамзита; складирование и выдачу готового продукта. При пластическом способе производства керамзита в глиняную массу могут вводиться добавки, повышающие склонность к вспучиванию исходного сырья, тогда как при сухом способе, когда полуфабрикат получают непосредственно из природной породы, это исключается. Переработка вспучивающихся однородных глинистых пород по пластическому способу имеет целью их грануляцию в полуфабрикат определенной формы размером 7 – 25 мм в поперечнике. Более тщательной переработки такому сырью не требуется, так как оно уже самой природой гомогенизировано, и химико-минералогические составляющие в нем распределены равномерно. Это обстоятельство значительно упрощает изготовление гранулированного материала из подобного сырья.

Комплект механизмов для переработки и приготовления гранулированного полуфабриката может в основном состоять для неоднородного по составу пластичного, рыхлого сырья из ящичного подавателя, вальцов грубого помола, глиномешалки, дырчатых вальцов.

Дырчатые вальцы для формирования гранулированного полуфабриката должны обеспечивать разрушение природной структуры, перетирацию массы и гомогенизацию глинистых пород при их карьерной или формовочной влажности; формирование брикетов в виде цилиндров длиной 7 – 20 мм и примерно такого же диаметра; предохранение полученных брикетов от слипания в комья; самоочищение при возможном налипании глины на внутренние поверхности валков без разрушения цилиндров; взаимозаменяемость секций обечайки в целях возможного регулирования зернового состава полуфабриката; непрерывность в работе для питания вращающейся печи в течение длительного периода времени; амортизацию при случайном попадании недробимых тел.

Окатку гранул в сфероиды проводят также в сушильных барабанах. Последние применяются для подсушки гранулированного материала и создания запаса полуфабриката перед обжигowymi печами в целях равномерного их питания. При применении сушилок полуфабрикат, высушенный до остаточной влажности 5 – 15 %, направляют в промежуточные бункера (силосы), а оттуда дозируют во вращающуюся печь.

В настоящее время широко применяются двухбарабанные печи для обжига керамзита, в которых материал сушат одновременно с его нагревом до 200 – 600 °С. В этом случае для равномерного питания печей и ритмичной работы всего технологического потока целесообразно применять специальные глинозапасники переработанной глины, откуда при помощи механической выгрузки и гранулирующего устройства происходит непрерывная подача сырого полуфабриката в печь.

Условия обработки материалов в барабанах позволяют использовать вращающиеся печи в качестве аппарата, в котором происходят грануляция глинистого сырья, формирование гранул и окатка их в сфероиды, что исключает необходимость вести эти технологические операции до поступления материала в печь. Поэтому сырье перед подачей в печь подвергают переработке в глиномешалках, на бегунах или других механизмах, после чего вальцами или другим механизмом его дозируют в печь, которая может быть снабжена цепями, дополнительно измельчающими комья сырья. При вращении печи комья материала произвольной формы округляются и в виде сфероидов поступают в зону вспучивания. Разнообразные варианты производства по пластическому способу различаются выбором оборудования и последовательностью его установки. Для максимального упрощения технологии и сокращения производственных операций следует выбирать наиболее простые схемы с минимальным количеством надежных механизмов для переработки сырья и приготовления полуфабриката.

В основном процесс получения керамзита из однородных глин по пластическому способу должен свестись к обжигу карьерного сырья, дозируемого в печь механизмом типа вальцов, а из неоднородных – переработанного в глиномешалке и перерабатывающих дырчатых вальцах или на бегунах и гранулированного в формующих дырчатых вальцах.

Принципиальная технологическая схема производства керамзита по мокрому способу включает следующие производственные операции: добычу глинистого сырья, приготовление глинистого шлама (пульпы) необходимой густоты; обжиг шлама со вспучиванием на керамзит, охлаждение керамзита, сортировку и корректировку зернового состава заполнителя, складирование, выдачу готового продукта.

Мокрый способ целесообразнее применять при использовании хорошо размокаемых глин с высокой склонностью к вспучиванию. При слабой и средней вспучиваемости исходное сырье обязательно подвергают обогащению эффективными добавками. Переработку глины и приготовление шлама ведут на бегунах мокрого помола, причем шлам по своей консистенции приближается к сметанообразной массе. Переработанную и продавленную через отверстия в днище бегунов увлажненную массу направляют в печь, где под влиянием нагрева, воздействия гранулирующих устройств (цепи, крестовины) и перекачивания формируются гранулы размером примерно до 8 – 20 мм в поперечнике.

Приготовленный пластическим способом гранулированный полуфабрикат обычно имеет влажность в пределах 16 – 25 %. Несмотря на это, его не обязательно сушить перед обжигом. Объясняется это тем, что в технологии керамзита без ущерба для качества готового продукта глинистые материалы из хорошо вспучивающихся пород или обогащенных добавками можно обжигать не только при любой формовочной влажности, но и в виде шлама, где содержание воды достигает 40 – 60 %.

В последние годы все большее распространение получает наиболее прогрессивное направление, предусматривающее ступенчатый принцип термической обработки – тепловую подготовку материала перед обжигом в запечных теплообменниках и вспучивание его в укороченных вращающихся печах. Сушку гранулированного сырца проводят в барабанных сушилках, а также на специальных аппаратах конвейерного и других типов.

Сушильные барабаны представляют собой сварные или клепанные из котельной стали цилиндры длиной от 8 до 30 м, диаметром от 1 до 2,8 м, устанавливаемые на двух опорах с наклоном к горизонту 2,5 – 6°. Цилиндры приводятся во вращательное движение насаженной на них шестерней от редукторной или ременной передачи со скоростью 2 – 8 об/мин.

В зависимости от направления движения газов по отношению к материалу сушильные барабаны могут работать по принципу прямотока и противотока. Для лучшего перемешивания материала, удлинения его пути и увеличения поверхности теплопередачи в барабанных сушилках изнутри встраивают пересыпающие устройства, выполняя их в виде лопастей, уголков, крестовин, ячейковых вставок и т. п. Сте-

пень заполнения сушильных барабанов увеличивают, устраивая со стороны выхода материала подпорные приспособления. Чем больше поверхность соприкосновения газов и материала, тем эффективней идет его сушка.

Теплоносителем при сушке гранулированного глинистого материала служат отходящие из печи дымовые газы, температура которых при входе в сушильный барабан обычно не превышает 800 °С и может регулироваться добавкой наружного воздуха, смешиваемого с горячими газами.

Продолжительность сушки составляет 20 – 40 мин. Для каждого материала режим сушки устанавливают опытным путем. Остаточная влажность материала после сушки обычно колеблется в пределах от 7 до 15 %. Расход тепла в сушильных барабанах колеблется от 900 до 1 300 ккал на 1 кг испаренной влаги. К недостаткам барабанов как сушильного оборудования относятся низкий коэффициент полезного действия и высокая степень измельчения в них материала.

Вращающиеся печи, применяемые в производстве керамзита, подразделяются на однобарабанные, двухбарабанные, однобарабанные с расширенными зонами вспучивания и сушки.

Широко внедряются двухбарабанные печи. Конструкция этих печей включает два барабана: барабан предварительной тепловой подготовки длиной 29 м, диаметром 2,5 м и барабан вспучивания длиной 16 м, диаметром 3,4 м со скоростью вращения первого 1 – 2 об/мин и второго 2 – 5,5 об/мин. Производительность печи при обжиге сырья с влажностью 25 % составляет около 100 – 150 тыс. штук в год.

13.3. Технологическое оборудование для производства силикатных изделий

Сырьевую смесь (силикатную массу) для производства силикатных изделий приготавливают из двух основных компонентов – молотой негашеной извести и кварцевого песка естественной крупности.

Процесс приготовления сырьевой смеси включает тщательное смешивание извести с песком и гашение извести. В результате реакции гашения (гидратации) получается сырьевая смесь, в которой частицы гидратной извести равномерно распределены между зернами песка. Большое влияние на качество силикатных изделий оказывают количество извести, содержащейся в сырьевой смеси, и равномерность ее распределения в процессе приготовления.

Сырьевую смесь приготавливают двумя способами: барабанным и силосным. По барабанному способу известь и песок совместно загружают в гасильный барабан, где одновременно происходят процессы их перемешивания и гашение извести. Для ускорения процесса гашения извести в гасильный барабан подается насыщенный пар под давлением. Компоненты сырьевой смеси дозируют: песок – по объему, известь – по весу. Для этого применяют различные типы дозаторов. По силосному способу известь и песок предварительно перемешивают в смесителях и увлажняют, а затем погружают в силосы для гашения. При силосном способе приготовления компоненты дозируют по объему. Процесс гашения сырьевой смеси в силосах длится до 4 ч. Сырьевая смесь после гашения перемешивается в одновальных смесителях и дополнительно увлажняется, чтобы придать ей формовочные свойства. Готовую сырьевую смесь по выходе ее из смесителей подают ленточным транспортером к прессам. Для взвешивания извести перед подачей в гасильный барабан применяется полуавтоматический дозатор. Воду на замес в гасильный барабан можно дозировать с помощью весового дозатора АВДЖ-425/1200. Песок дозируется по объему. Коэффициент заполнения гасильного барабана должен быть равным 0,55.

Отдозированные компоненты можно загружать в гасильный барабан двумя способами: по первому – в барабан загружают весь песок и всю известь, а по второму – в барабан загружают 25 % песка, потом всю известь и затем остальной песок. При загрузке вторым способом смесь перемешивается лучше, но понижается коэффициент использования гасильного барабана по времени. Если перед гасильным барабаном установлен смеситель для предварительного смешивания песка и извести, то песок подают непосредственно в смеситель, а молотую негашеную известь в гасильный барабан.

Отличительной особенностью приготовления сырьевой смеси по силосному способу является то, что увлажненная смесь извести с песком из смесителя ленточным транспортером подается в силосы, где ее выдерживают в течение определенного времени. При этом происходит гашение смеси, которое состоит в том, что известь гидратируется и превращается в гидрат окиси кальция. Силос представляет собой цилиндрический сосуд высотой 8 – 10 м и диаметром 3,5 – 4 м. В своей нижней части силос имеет конусообразную форму. Силос загружается с помощью тарельчатого питателя, которым подают смесь на ленточный транспортер. При выдерживании в силосах сырьевая смесь

часто образует своды. Причина этого – относительно высокая влажность смеси. Для облегчения разгрузки периодически включают вибратор, укрепленный на стенке силоса.

Силосный способ приготовления смеси имеет значительные экономические преимущества перед барабанным, так как при силосовании смеси не расходуется пар на гашение извести. Готовую сырьевую смесь транспортируют в прессовое отделение с помощью ленточных транспортеров. Силикатный кирпич формуют из сырьевой смеси на прессах. По конструкции и принципу действия прессы делятся на три типа: револьверные с периодическим вращением стола и односторонним прессованием; рычажные с двусторонним одноступенчатым прессованием; ударные с двух- и трехступенчатым односторонним прессованием. В основном на заводах силикатного кирпича установлены прессы СП-2, СП-5, СМ-67, СМ-481. Основной моделью является пресс СМ-2, а остальные отличаются незначительно от первого.

Пресс СП-2 относится к типу прессов с поворотным револьверным столом. Они характеризуются периодическим вращением стола и односторонним ступенчатым прессованием. Пресс СП-2 представляет собой трехпозиционный револьверный полуавтомат. В одной позиции производится наполнение сырьевой смесью двух пресс-форм, во второй – формование кирпича прессованием и в третьей – выталкивание двух сформованных кирпичей.

Для того чтобы придать силикатному кирпичу необходимую прочность, его подвергают автоклавной обработке – обрабатывают насыщенным паром под повышенным давлением. Автоклавная обработка происходит в три стадии. Первая стадия начинается с момента впуска пара в автоклав и заканчивается в момент, когда температура изделия и пара одинакова. Вторая стадия – стадия твердения изделия, когда в автоклаве поддерживаются постоянное давление и температура. Третья стадия, заключительная, когда в автоклав пар не поступает, изделие остывает до момента выгрузки готового кирпича.

Роль пара при автоклавной обработке сводится к сохранению воды в сырце в условиях высоких температур. С момента, когда в автоклаве достигнута наивысшая температура (180 °С), в кирпиче развиваются процессы, ведущие к образованию монолита.

В производстве силикатного кирпича применяются автоклавы длиной от 17 до 24 м, диаметром 2 м, толщиной стенок – 14 – 15 мм. Автоклавы работают под давлением 8 – 12 атм. Для компенсации темпе-

ратурных деформаций корпус автоклава устанавливается на фундаментных столбах на опоры, одна из которых закрепляется неподвижно. Внутри автоклава проходит рельсовый путь для вагонеток с кирпичом. Пар проходит из котельной или центральной тепловой магистрали через отверстие в днище или в середине автоклава. Труба проходит по всей длине автоклава параллельно рельсовому пути. В нижней части трубы предусматривается ряд отверстий для выхода пара в автоклав. Для уменьшения потерь тепла в окружающую среду поверхность автоклава и паропроводов покрывается теплоизолирующими материалами. Крышки автоклавов закрываются и открываются при помощи кран-балок, электролебедок и поворотных кранов-укосин. Вагонетки с кирпичом вытаскивают из автоклава при помощи троса и лебедки на выгрузочную площадку перед ним и оставляют до полного остывания.

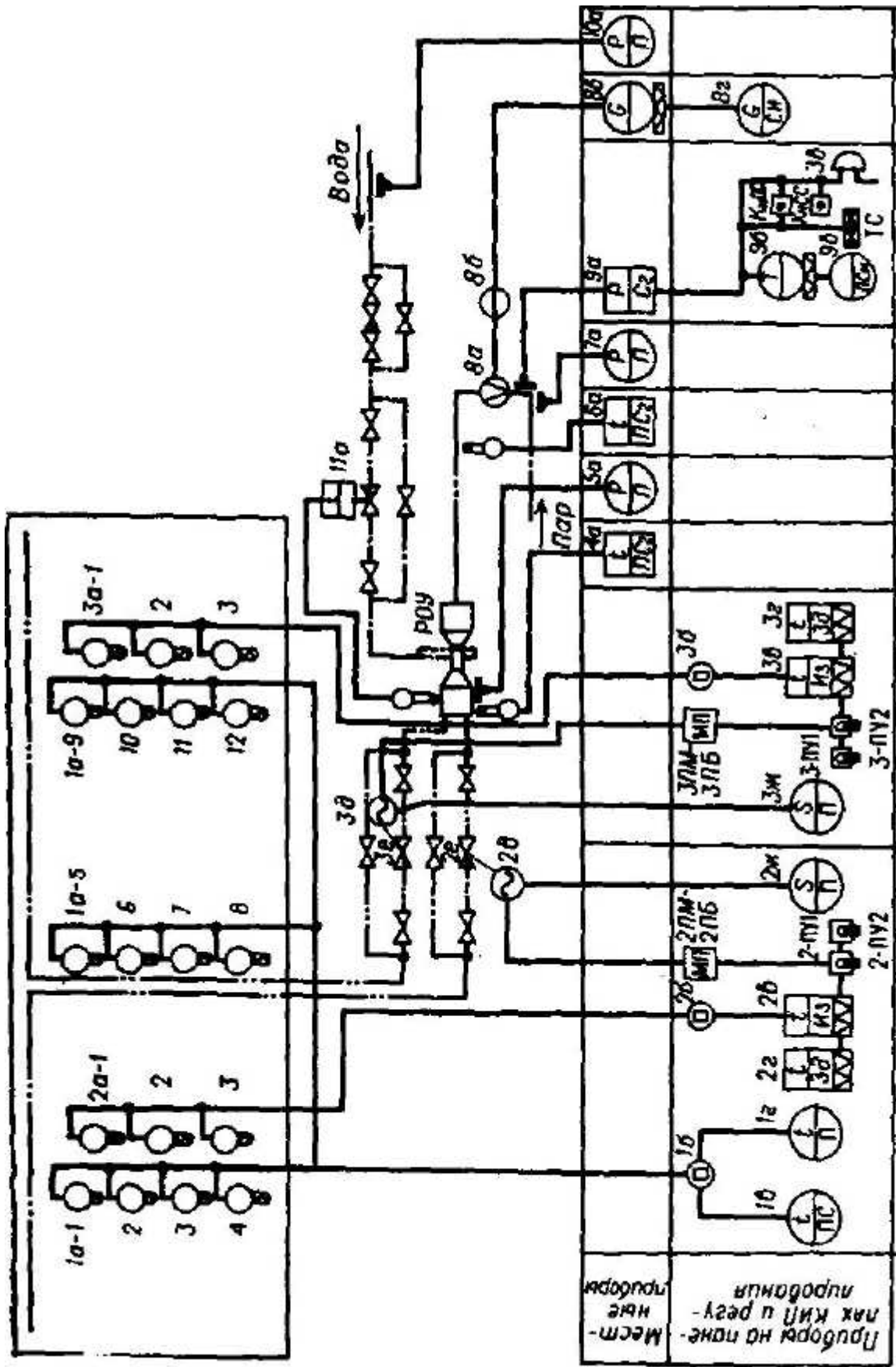
Вопросы для самоконтроля

1. Какие этапы включает производство минеральной ваты?
2. Какое сырьё используют для производства стекловолокна? Назовите способы его получения.
3. Каковы основные этапы производственного процесса подготовки глины для выпуска керамических изделий?
4. Способы изготовления керамических изделий: керамзита и шунгизита и используемое при этом оборудование.
5. Опишите устройство пресса для прессования силикатной массы при производстве силикатного кирпича.

Глава 14. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ

14.1. Автоматизация камер ускоренного твердения

Камеры ускоренного твердения (КУТ) применяются в конвейерном производстве для тепловлажностной обработки изделий из бетона или керамзитобетона. Различают двух- и четырёхступенные камеры. Принципиальная технологическая схема автоматизации тепловой обработки в камере ускоренного твердения стеновых изделий приведена на рисунке.



Принципиальная технологическая схема автоматизации тепловой обработки изделий в камере ускоренного твердения (КУТ)

Температуру пара и паровоздушной смеси в КУТ контролируют термометрами сопротивления 1а, 2а, 3а, электронного самопишущего 12-точечного моста 1в, электронного однотоочечного показывающего моста 1г в девяти точках, расположенных по три по вертикали в центре и по краям камеры. Такое расположение точек позволяет получить ясную картину распределения пара и паровоздушной смеси в камере.

С помощью кнопочных переключателей термометры сопротивления переключаются с записи температуры на показание. Если нажата кнопка переключателя, то выбранный с её помощью термометр сопротивления подключается к показывающему прибору. Остальные термометры сопротивления остаются включёнными на самопишущий мост. Для контроля расхода пара в КУТ используется мембранный дифманометр 8в, а также электронный самопишущий прибор с интегратором 8г. Дистанционные указатели положения 2ж, 3ж служат для контроля положения регулирующих клапанов. Давление пара в редукционно-охладительной установке РОУ и паропроводе, а также давление воды, поступающей на охлаждение пара, контролируют манометрами 5а, 7а, 10а. Для измерения температуры пара в РОУ и в паропроводе используются манометрические сигнализирующие термометры 4а, 6а. В случае, если понижается давление пара в паропроводе ниже нормы или пар вообще отсутствует, срабатывает сигнализатор падения давления 9а, зажигается световое табло ТС и включается звонок 3а. Кнопка КнСС предусмотрена для снятия звукового сигнала, а КнОС – для опробования сигнализации.

При наличии аварийной ситуации включается электроимпульсный счётчик 9в, который ведёт учёт времени отсутствия пара или низкого его давления.

Так как камера имеет большую протяжённость, то могут использоваться две независимые системы регулирования температуры в КУТ: одна – в зоне подъёма, другая – в зоне опускания изделий.

Процесс регулирования происходит следующим образом. При отклонении температуры, величина которой измеряется термометром сопротивления 2а или 3а, от заданной величины электронный регулирующий прибор 2в или 3в через магнитный пускатель 2ПМ-2ПБ или 3ПМ-3ПБ воздействует на исполнительный механизм 2д или 3д, соединённый с регулирующим клапаном 2е или 3е. Клапан меняет подачу пара в КУТ на соответствующем паропроводе.

С помощью ключа 2-ПУ1 или 3-ПУ1 возможен переход с автоматического управления клапаном на дистанционное, которое осуществляется ключом 2-ПУ2 или 3-ПУ2.

Температура пара стабилизируется в редуционно-охладительной установке с помощью регулятора прямого действия типа РПД 11 а. РОУ в данном случае используется в качестве охлаждающей установки, так как редуция пара в ней не производится. Для охлаждения пара в РОУ впрыскивается вода.

14.2. Автоматизация ямных пропарочных камер

Такие камеры принадлежат к наиболее распространенным установкам тепловлажностной обработки железобетонных изделий. Каждый из 12 регуляторов имеет свой задатчик – копир, который вырезается в соответствии с желаемым графиком температурного режима тепловлажностной обработки. Изделия обрабатываются паром при давлении 0,6 – 0,8 кгс/см, для чего на общей паровой магистрали устанавливается регулирующий клапан прямого действия с целью поддержания давления пара в заданных пределах. Если имеет место падение давления пара до 0,4 кгс/см², необходимо внести поправку в продолжительность процесса тепловлажностной обработки на время нарушения нормального парового режима.

С этой целью устанавливается сигнализатор падения давления, который отключает электропитание регулятора. Вместе с этим включается счетчик учета времени простоя ямных камер из-за снижения давления пара. Кроме того, режим изменения температуры в каждой ямной пропарочной камере записывается в ходе технологического процесса на диаграмме двенадцатиточечного электронного моста.

Комплект приборов, состоящий из диафрагмы, разделительного сосуда, дифманометра и вторичного показывающего и самопишущего прибора, служит для учета общего потребления пара блоком ямных камер.

Датчик температуры и регулятор температуры соединены между собой трехпроводной линией. Так как разрывная мощность контактов выходной цепи регулятора температуры не более 200 В·А, а

мощность тягового электромагнита исполнительного вентиля достигает 600 В·А, управление вентилем в автоматическом режиме производится мощными контактами промежуточного реле. В схеме предусмотрены автоматический и дистанционный режимы работы, выбор которых осуществляется с помощью переключателя.

Для сигнализации оператору о включении схемы в автоматическом режиме работы служит сигнальная лампа.

При работе электромагнитного вентиля с защелкой возможна «пульсация якоря». Это явление заключается в том, что если якорь не встанет на защелку и под действием возвратной пружины опустится, то катушка тягового электромагнита снова окажется под током, якорь опять начнет подниматься, и этот процесс может многократно повторяться.

Реле времени 1РВ устраняет это явление. В дистанционном режиме или контактом реле в режиме автоматики включается реле времени, через контакты которого подается питание на тяговую катушку вентиля. Вентиль, открываясь, разрывает цепь питания катушки реле времени. Однако тяговая катушка получает питание еще некоторое время (0,5 – 1 с), которого достаточно для надежного включения вентиля. Для отключения вентиля подается напряжение на электромагнит защелки.

Если давление пара ниже допустимой величины $0,4 \text{ кгс/см}^2$, замкнутый при нормальном давлении пара контакт сигнализатора падения давления размыкается. Реле замыкает свои нормально разомкнутые контакты, включает аварийную световую и звуковую 3в сигнализацию и с помощью датчика импульсов включается счетчик учета времени отсутствия пара.

14.3. Автоматизация тепловлажностной обработки изделий в кассетных машинах

Наибольшее распространение в промышленности сборного железобетона получили кассетные установки конструкции НИАТ и Гипростоймаша, предназначенные для изготовления панелей жилых домов. Тепловая обработка изделий в установках осуществляется при

помощи специальных отсеков (паровых рубашек), между которыми размещается изделие. В кассетных установках НИАТ каждое изделие заключено между тепловыми отсеками. В установках Гипростроймаша между соседними тепловыми отсеками размещаются два или более изделий, разделенных стальными листами. Бетонная смесь в кассетных машинах находится в замкнутом пространстве (открытыми остаются от 1,5 до 6 % поверхности), что позволяет вести интенсивную тепловую обработку, не опасаясь быстрого испарения влаги и образования трещин.

В кассетных установках тепловая обработка изделий осуществляется контактным способом, то есть тепло паровоздушной среды от стенок рубашек передается изделиям, что создает хороший тепловой контакт между ними. Для придания отсеку механической прочности внутри них устанавливаются ребра жесткости. Разность температур в различных точках по длине и высоте изделия в период подъема температуры достигает 35 °С. Устранить это явление позволяет оснащение кассетных установок эжекторами.

Благодаря установке эжектора, обеспечивающего усиленную циркуляцию паровоздушной смеси, температура смеси по плоскости рубашек выравнивается. Это позволяет установить датчик температуры автоматической системы контроля и регулирования теплового процесса обработки изделий в кассетных установках на коллекторе отсасываемой смеси.

Для стабилизации давления пара общий трубопровод обычно закольцовывают. О падении давления пара информируют датчики давления типа ДЦ, которые устанавливаются на общем проводе.

Световая сигнализация служит для оповещения об окончании очередного цикла работы каждой кассетной машины или об аварийном состоянии электромагнитных вентилях.

14.3.1. Автоматизация линии раздачи бетонной смеси

Система управления такой линией выполняется по схеме автоматической адресации и обеспечивает раздачу бетона на посты формирования по командам оператора. На пульт оператора бетоносмесительного отделения дополнительно выводятся сигнализация запрашиваемой марки бетона и числа замесов непосредственно с постов формирования.

14.3.2. Автоматизация линии подачи цемента

Склад цемента, как и склад заполнителей, оснащен большим количеством механизмов и элементов автоматики и является также точно-транспортной системой.

Специализированная автоматизация склада цемента требует учета целого ряда специфических его свойств, среди которых можно отметить текучесть, повышенную способность к схватыванию при увлажнении, абразивность и т. д.

В прирельсовых складах цемента вагоны подтягиваются к приемному устройству, и вагоны бункерного типа разгружаются непосредственно в приемный бункер. Из крытых вагонов цемент разгружается пневморазгрузчиком в зависимости от вместимости склада.

14.4. Использование роботов и манипуляторов в производстве неметаллических строительных изделий и конструкций

При изготовлении железобетонных изделий манипуляторы и роботы применяют для выполнения следующих операций.

Штамповка закладных деталей – один из близких к машиностроению процессов, который наиболее полно поддается процессу роботизации.

В арматурных работах на операциях транспортирования, укладки, резки и сварки арматурных стержней и каркасов применяют различные манипуляторы.

Транспортирование и укладку арматурных каркасов манипуляторами производят при изготовлении каркасов сравнительно небольших размеров по аналогии с горизонтальной установкой СМЖ-54Б и вертикальной установкой СМЖ-56В. Вместо консольных кранов в этих установках применяют манипуляторы. Большая технологическая возможность манипуляторов снижает трудоемкость и облегчает труд рабочих.

При резке арматуры манипуляторы выполняют подвод перерезаемого стержня к зеву ножниц, ввод разрезаемого стержня в зев ножниц, вывод полученной заготовки за габариты станка для резки, укладки заготовок и обрезков в контейнеры.

При сварке арматуры используют подвесные сварочные машины с клещами КТМ-8-1, К-243В. Для работы с ними целесообразно

использовать манипуляторы шарнирно-балансирного типа. Клещи устанавливаются в рабочем органе манипулятора, который воспринимает массу машины. Манипулятор позволяет легко управлять клещами и сваривать арматуру.

При открывании и закрывании форм и завинчивании резьбовых соединений также используют манипуляторы. В последнем случае рабочим органом служит гайковерт. Оператор держит манипулятор за рукоятку управления, подводит гайковерт к винту и завертывает резьбовое соединение.

При выбраковке, например, тротуарных плит манипулятор оснащают захватом, который удерживает эти плиты. Оператор с помощью манипулятора берет с конвейера готовую плиту, осматривает ее, визуально определяя дефекты. Кондиционную продукцию складывают в один контейнер, бракованную – в другой.

Для максимальной роботизации производства железобетонных изделий проводят комплекс работ в двух направлениях: использование серийно выпускаемых средств роботизации и разработка специальных манипуляторов и роботов.

Серийно выпускаемые манипуляторы намечается применять при очистке антикоррозионных покрытий закладных деталей, отделке поверхностей и формировании. Очистку и нанесение антикоррозионного покрытия на закладные детали выполняют с помощью робота типа «Циклон» или других, в которых захват имеет несколько степеней подвижности. Робот берет закладную деталь из магазина, перемещает ее в зону пескоструйного аппарата, осуществляет ее манипулирование (вращение и перемещение) для обработки всех поверхностей и складывает в магазин обработанных деталей. В результате пескоструйной обработки детали становятся чистыми с шероховатыми поверхностями, что улучшает сцепление со слоем антикоррозионного покрытия. В качестве такого покрытия применяют металлизацию – нанесение сжатым воздухом слоя расплавленного цинка или алюминия.

Антикоррозионное покрытие наносят следующим образом. Робот в соответствии с картой технологического процесса принимает из магазина закладную деталь, поступившую с пескоструйной обработки. Затем робот переносит ее в зону нанесения расплавленного металла и в соответствии с технологическими командами от системы управления осуществляет требуемое манипулирование детали. После

нанесения покрытия робот укладывает деталь в магазин готовой продукции.

Процесс пескоструйной обработки и нанесения антикоррозийного покрытия осуществляют в автоматическом режиме. Отделку поверхностей железобетонных изделий производят с помощью разных манипуляторов. Ручные машины для зачистки и окраски поверхностей железобетонных изделий устанавливают в рабочем органе манипулятора. Управляя им, оператор защищает и окрашивает поверхности.

Формование – важнейший технологический процесс, определяющий производительность всей линии, конвейера и завода в целом. Оно связано с выполнением следующих операций: укладка арматурных каркасов, закладных деталей, проеомообразователей, укладка бетона, его разравнивание и уплотнение. Часть этих работ можно выполнять манипуляторами и роботами.

Транспортирование и раздачу бетонной смеси целесообразно роботизировать при подаче ее по трубам на заводах, изготавливающих детали кассетным способом. Роботизированный комплекс состоит из питателя, бетоновода, манипулятора-раздатчика. Питатель бетононасосом подает бетонную смесь в бетоновод, который состоит из звеньев. Манипулятор-раздатчик в зависимости от применяемой системы управления выдает бетонную смесь в формы-кассеты в ручном или автоматическом режиме.

Складские работы могут быть автоматизированы с помощью манипуляторов грузоподъемностью до 25 т. Они заменяют на заводах железобетонных изделий мостовые краны. Этими манипуляторами будут управлять операторы.

Манипулятором можно заглаживать поверхности изделий, укладывать облицовочные плитки. С поста 6 манипулятор снимает изделие и передает его на склад.

Вопросы для самоконтроля

1. Каков принцип работы камеры ускоренного твердения?
2. Как работают ямные пропарочные камеры?
3. Применение и использование манипуляторов в производстве неметаллических строительных изделий и конструкций.

Глава 15. РУЧНЫЕ МАШИНЫ

Ручными машинами называются такие, при работе которых их масса частично или полностью воспринимается работающим. Их применение повышает производительность труда в несколько раз. Масса ручных машин, как правило, составляет несколько килограммов (обычно от 1 до 10).

Ручные машины классифицируются по следующим признакам:

- по роду энергии, используемой двигателем;
- назначению и области применения;
- характеру движения рабочего органа;
- способу преобразования энергии;
- исполнению.

Машины должны иметь виброзащиту для обеих рук работающего, причем предусмотрена в случае ее снятия невозможность их эксплуатации.

По роду энергии, используемой двигателем, машины подразделяются на электрические, пневматические, гидравлические, пороховые и моторизованные. Более подробно они будут рассмотрены ниже.

По назначению и области применения они классифицируются на машины общего применения, для обработки древесины, для обработки металлов, резьбозавертывающие, для бетонных и других видов работ.

К машинам общего применения относятся такие, которые могут быть применены на многих работах. В эту группу машин входят сверлильные, шлифовальные, фрезерные.

К машинам для обработки древесины относятся пилы, рубанки, долбежники, пистолеты для забивки скоб. Сюда же включены и машины для отделки полов (например, аппараты для сварки линолеумных полотнищ).

В группу машин для обработки металлов входят ножницы, пилы по металлу, кромкорезы, труборезы, резобонарезные машины и т. п.

К резьбозавертывающим машинам относятся гайковерты, шпильковерты, шуруповерты, муфтоверты.

В группу машин для бетонных работ входят бетоноломы, отбойные молотки и т. д.

По характеру движения рабочего органа ручные машины разделяются на машины с вращательным, возвратным, сложным движением.

В свою очередь, машины с вращательным движением подразделяются на машины:

- с круговым движением рабочего органа (сверлильные, строгальные, фрезерные и т. п.);
- с движением по замкнутому контуру (долбежники, цепные и ленточные пилы);

К машинам с возвратным движением относятся:

- машины с возвратно-поступательным действием рабочего органа (лобзики, ножницы);
- ударного действия (бетоноломы, молотки, трамбовки);
- с колебательным или возвратно-поступательным действием (виброшлифовальные машины, вибраторы);
- давящего действия (прессы).

Сложное движение рабочего органа имеют перфораторы и некоторые другие машины, у которых рабочий орган одновременно совершает вращательное и возвратно-поступательное движение.

По способу преобразования энергии машины подразделяются на механические, фугальные, пружинные, компрессионно-вакуумные. У механических машин энергия на рабочий орган передается через промежуточный механизм, у фугальных – без него. Например, в качестве ударника используется сердечник электромагнита. У пружинных машин на рабочий орган воздействие осуществляется через упругое звено. Компрессионно-вакуумные машины имеют пневмопривод ударника ручной машины.

По исполнению машины подразделяются на прямые и угловые, одно- и многоскоростные, реверсивные и неревверсивные.

У прямых машин оси валов двигателя и рабочего органа совпадают или параллельны. Разновидностью прямых машин считаются торцовые, у которых рабочий орган расположен на торце вала.

У угловых машин оси валов двигателя и рабочего органа не параллельны. Во многих случаях такое конструктивное решение обеспечивает возможность использования машины в труднодоступных местах.

Реверсивные машины имеют вал рабочего органа, который может вращаться в обе стороны. Валы неревверсивных машин всегда вращаются в одну и ту же сторону.

Отечественные ручные машины имеют единую индексацию, состоящую из двух букв и четырех цифр. Первая буква "И" обозначает группу ручных машин. Вторая буква означает тип двигателя или вид привода: "Э" – электрический, "П" – пневматический, "Г" – гидравлический и пневмогидравлический, "М" – моторизованный. Буква "К" предназначена для обозначения вспомогательного оборудования, в том числе головок, насадок. Первая цифра обозначает группу ручных машин. Например, 1 – машины сверлильные, резьбозавертывающие, 2 – шлифовальные, полировальные и т. д. Насадки и головки обозначаются первой цифрой 8, вспомогательное оборудование – цифрой 9.

Вторая цифра отражает подгруппу машин. Так, первые две цифры 10 указывают на сверлильные машины прямые, цифры 11 – на сверлильные машины угловые. Третья и четвертая цифры обозначают номер модели.

Электрические ручные машины составляют более 60 % всех ручных машин. К преимуществам этих машин относятся простота включения и выключения, высокий КПД (0,5 – 0,8), превышающий КПД пневматических машин в 5 – 7 раз. Среди недостатков электрических машин можно отметить потребность в постороннем источнике тока, возможность электротравматизма, сложное обслуживание машин, потребность в цветных металлах для их изготовления.

Электрические ручные машины имеют электродвигатели, работающие на переменном токе нормальной (50 Гц) или повышенной (200 Гц) частоты напряжением 220, 36 В. Мощность двигателей обычно не превышает 1150 Вт. Частота вращения вала двигателя не превышает 200 с^{-1} . По электробезопасности машины делятся на три класса. Машины 1-го класса работают при напряжении тока более 42 В, и у них имеется хотя бы одна деталь, к которой возможно прикосновение, отделенная от токонесущих частей только одной рабочей изоляцией. Такие машины заземляются, должны иметь специальные защитно-отключающие устройства, работники снабжаются индивидуальными средствами защиты (резиновые рукавицы, боты, коврики). В продажу населению эти машины не поставляются. Машины 2-го класса работают под напряжением более 42 В; все детали, к которым возможно прикосновение, отделены от токонесущих частей двойной

или усиленной изоляцией. К машинам 3-го класса относятся работающие под напряжением ниже 42 В.

Электрические машины изготавливаются в трех исполнениях в зависимости от защиты от воздействия жидкостей. Незащищенные машины не имеют устройств, препятствующих попаданию влаги внутрь корпуса. У брызгозащищенных имеется защита от попадания внутрь брызг и капель.

Водонепроницаемые имеют устройства и приспособления, препятствующие проникновению влаги внутрь корпуса.

Имеющиеся специальные защитные особенности машин отражены соответствующими знаками маркировки (рис. 15.1), которые указаны на табличке, укрепленной на корпусе машины.

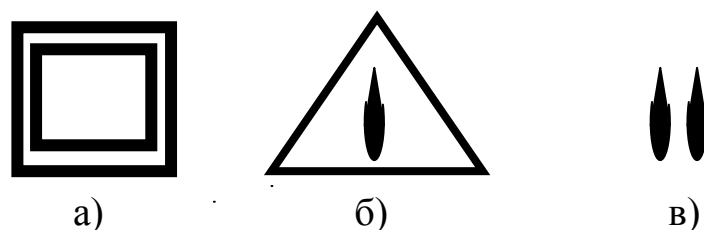


Рис. 15.1. Маркировка защиты машин:
а – с двойной изоляцией; б – брызго-
защищенные; в – влагонепроницаемые

Наибольшее распространение имеют электросверлильные машины (рис. 15.2). Они выпускаются мощностью от 210 Вт до 1 кВт и более.

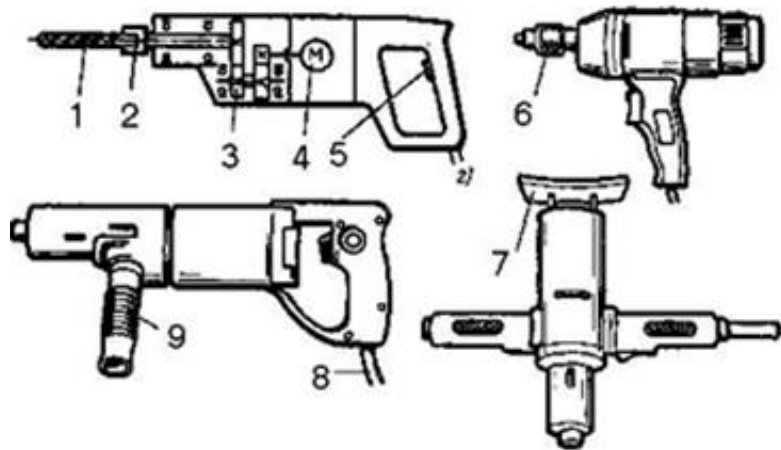


Рис. 15.2. Электросверлильные машины: 1 – сверло;
2, 6 – патрон со шпинделем; 3 – редуктор; 4 – электродвигатель; 5 – выключатель; 7 – упор; 8 – кабель; 9 – рукоять

К недостаткам электросверлильных машин относят потребность в постороннем источнике сжатого воздуха, низкий (10 – 12 %) КПД (с учетом потерь в шлангах), ухудшение работы в период отрицательных температур (из-за замерзания в воздухопроводящих каналах конденсата).

Машины работают при рабочем давлении 0,5 – 0,8 МПа. Частота вращения пневмодвигателей 3,8 – 1600 с⁻¹, в ручных машинах – не превышает 250 с⁻¹.

Для снабжения машин сжатым воздухом используют компрессорные установки и компрессорные станции различной производительности. У небольших установок производительность обычно до 1,0 м³/ч, у компрессорных станций – 3 – 12 м³/ч, рабочее давление 0,65 – 0,8, реже – 1,0 МПа.

Гидравлических ручных машин сравнительно немного. Имеются модели гидроружниц, пробойных машин и т. д.

Пороховые машины – это прежде всего монтажные пистолеты. С их помощью можно забивать специальные гвозди – дюбели – в кирпичные и бетонные массивы, пристреливать к ним металлические полосы, уголки и тому подобное толщиной до 3 мм.

Моторизованные машины имеют свой автономный (бензиновый или дизельный) двигатель. К таким машинам относятся некоторые модели перфораторов, бетоноломов, пил цепных, трамбовок.

Вопросы для самоконтроля

1. Привести классификацию машин по роду энергии.
2. Какие достоинства и недостатки электрических машин вы можете назвать?
3. Каковы достоинства и недостатки пневматических машин?
4. Перечислить названия электрических ручных машин.

Глава 16. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

Работоспособность техники обеспечивается правильной организацией ее эксплуатации и ремонта.

Эксплуатация техники включает ее подготовку к использованию, техническое обслуживание, хранение, транспортирование и использование по назначению.

Подготовка машин к использованию обеспечивается их монтажом, проверкой перед началом работы (контрольный осмотр), пуском двигателя и др.

Техническое обслуживание (ТО) представляет собой комплекс операций, предназначенный для поддержания машин в исправном и работоспособном состоянии. Исправным называется состояние машины, когда она отвечает всем требованиям технической документации. Работоспособной называют машину, выполняющую все свои функции, но имеющую мелкие неисправности.

Хранение машины – содержание неиспользуемой машины в технически исправном состоянии, обеспечивающее ее исправное состояние и быстрый ввод в работу.

Транспортирование машин – перемещение их своим ходом или на транспортных средствах к месту использования или хранения.

Ремонт техники – комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности машин и восстановлению ресурса машин или их составных частей.

16.1. Основные вопросы технической эксплуатации машин

Существенное влияние на производительность машин и их отдачу оказывает организация обслуживания и ремонта техники, направленная прежде всего на сокращение простоев техники из-за неисправностей и отказов.

Причиной появления неисправностей и отказов могут быть низкая надежность машины, ее износ, недостаточная квалификация машиниста, использование машины не в соответствии с ее паспортными характеристиками.

Надежность машины – способность сохранять значения паспортных характеристик при ее использовании в различных условиях. При выборе машины для выполнения работ следует учитывать ее надежность, так как машина, не обладающая достаточной надежностью, будет часто выходить из строя, нарушать строительный процесс и требовать больших затрат на ремонт. Следует отметить, что обеспечение конструктивной надежности стоит достаточно дорого, поэтому в случае выбора машины необходимо находить разумный компромисс между стоимостью машины и возможными потерями от ее простоя и затратами на ремонт. В результате использования техника изнашивается, сокращается ее ресурс. Ресурс машины поддерживается операциями технического обслуживания и текущего ремонта и восстанавливается проведением капитального ремонта.

Однако наступает такое состояние машины, когда поддержание и восстановление ее работоспособности становится технически сложным или экономически нецелесообразным. В этом случае наступает предельное состояние машины. Время до наступления предельного состояния машины называется сроком службы машины.

Различают нормативный и физический срок службы. *Нормативный срок* службы определяется амортизационными отчислениями, которые должны погасить первоначальные затраты. *Физический срок* службы машины определяется целесообразностью поддержания работоспособности машины – ее долговечностью. По ГОСТу долговечность – свойство машины сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технических обслуживаний и ремонтов.

Существуют различные системы организации технических обслуживаний и ремонтов. Первоначально, когда машин было мало и они не являлись определяющими в строительном процессе, применялась заявочная система: машина выводилась в ремонт по мере ее поломки (отказа) без проведения профилактических работ. Эта система не обеспечивала плановость, поломка соседнего агрегата могла возникнуть после ремонта вышедшего из строя.

В 30-е годы появилась планово-предупредительная система, идея которой заключалась в проведении профилактических работ с целью предупредить возможные отказы машин. Эта система во многом устраняет недостатки заявочной системы. Планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта техники (система ППР) имеет несколько вариантов.

Первый вариант – послеосмотровая система ППР, которая применялась в СССР в конце 40-х годов. Планировалось через определенное время проведение осмотров машины, по результатам которых назначались объем и время выполнения ремонтных работ. Визуальная оценка состояния машины не всегда позволяла получить данные о фактической потребности в ремонте. Второй вариант – предупредительная система ППР. Выполнение технических обслуживаний и ремонтов проводится через заданные промежутки времени и наработки машины в моточасах. Объем технического обслуживания определяется заводскими инструкциями, объем текущего ремонта – фактической потребностью. Эта система оказалась наиболее распространенной, но она имеет свои недостатки: неполностью учитываются различия в условиях эксплуатации машин и отсюда не предусматривается корректировка состава технического обслуживания. Третий вариант ППР – система стандартных ремонтов – в отличие от второго варианта при ремонте предусматривала замену стандартных комплектов деталей и агрегатов. Система обеспечивала высокую готовность парка машин, но была достаточно дорогостоящей, так как заменялись агрегаты, не выработавшие фактический ресурс, при составлении комплектов не учитывались конкретные условия работы машин и разный износ деталей при этом.

Система ранее широко применялась для строительных машин в Минэнерго и Минтрансстрое, в настоящее время используется только при ремонте самолетов и некоторых видов военной техники. В настоящее время все более широко применяется организация обслуживания и ремонта машин на основе технической диагностики. Система повторяет послеосмотровую систему, но на более высоком уровне.

Применение технической диагностики позволяет устанавливать необходимый объем работ при техническом обслуживании, сроки и объем выполнения ремонтных работ. Система позволяет поддерживать машины в исправном состоянии при меньших затратах, сокращает простой машин, дает возможность планировать объем ремонтных работ и загрузку мастерских. Применение диагностики позволяет также определять причины появления неисправностей и отказов, прогнозировать ресурс машин.

16.2. Организация системы планово-предупредительного ремонта машин и оборудования

Применяемая в России система ППР включает ежесменные (ежедневные) технические обслуживания, периодические технические обслуживания (ТО-1, ТО-2, ТО-3), сезонное техническое обслуживание (СО), текущий (ТР) и капитальный (КР) ремонты. Существует также понятие среднего ремонта (СР), представляющего собой более объемный вид текущего ремонта. Весь объем предыдущего технического обслуживания входит в объем следующего по номеру ТО.

Конкретный перечень работ при ТО определяется конструкцией машины и содержится в заводских инструкциях. Вместе с тем можно выделить и типовые работы ТО. При ежесменном (ежедневном) ТО выполняются следующие работы:

- очистка машины от пыли и грязи;
- внешний осмотр и устранение подтеканий масла и рабочей жидкости гидросистемы;
- проверка работы машины и ее агрегатов;
- проверка состояния крепежных деталей;
- смазка в соответствии со схемой смазки.

При ТО-1 выполняют все работы ежесменного обслуживания (ЕО) и проводят техническое диагностирование (Д-1). На основании результатов технического диагностирования выполняют регулировочные работы, смазку и дозаправку машин маслами и специальными жидкостями, слив отстоя из фильтров и баков, проверку уровня элек-

тролита в аккумуляторных батареях, давления в шинах, доведение их до нормы, замену быстроизнашивающихся деталей (зубьев ковшей и т. п.) и необходимые ремонтные работы. Состав работ при ТО-2 включает работы ТО-1 и дополнительные работы, проводимые на основании более углубленной диагностической проверки (Д-2). Сезонное обслуживание совмещается с одним из номерных обслуживаний. При нем проводятся работы, связанные с подготовкой к следующему сезону: замена масел и рабочих жидкостей на зимние (летние), регулировка электрооборудования на зимний или летний период, заправка систем охлаждения антифризом, подзарядка аккумуляторных батарей на зимний период, установка утеплительных чехлов и отопительных устройств и другие работы.

Работы ЕО проводятся машинистом на месте работ или на эксплуатационных базах (базах механизации). Для ТО-1 и ТО-2 машин используют средства мастерских эксплуатационных баз или подвижные мастерские при обслуживании стационарно установленных машин (башенных и козловых кранов, гусеничных экскаваторов и т. п.). Для осуществления мероприятий системы ППР при обслуживании парков машин используют целый комплекс средств, включающий подвижные и стационарные мастерские. Подвижные мастерские подразделяются на мастерские для технического обслуживания и ремонтных работ. Мастерские ТО осуществляют механизированные смазочно-заправочные операции, в состав звеньев ТО входят специалисты-наладчики, выполняющие необходимые регулировки, звенья ТО выполняют также мелкие ремонтные работы. Мастерские для ремонтных работ могут выполнять ремонт стационарно установленных или малоподвижных машин, а также могут развертываться на отдаленных объектах для обслуживания и ремонта обособленной группы машин, например на транспортном строительстве, при сооружении газопроводов и линий электропередач.

Основной объем работ по обслуживанию и ремонту выполняют на эксплуатационных базах (базах механизации), техническое обслуживание – в профилакториях, имеющих специализированные посты –

диагностические, смазочно-заправочные, обслуживания и ремонта электрооборудования и гидроаппаратуры, наладки приборов безопасности грузоподъемных кранов и т. п. Наличие специализированных постов существенно повышает качество обслуживания техники за счет более высокой квалификации ремонтников, работающих на этих постах, сокращаются трудоемкость ТО и сроки пребывания в нем.

Текущий ремонт машин выполняют в мастерских баз, где создаются посты для ремонта основных агрегатов машин – двигателей, гидроагрегатов, электрооборудования, коробок перемены передач и редукторов, рабочего оборудования. Объем текущего ремонта может уточняться проведением технического диагностирования. Капитальный ремонт машин или их агрегатов осуществляют на ремонтных заводах или в ремонтно-механических мастерских строительных организаций.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое техническое обслуживание?
2. Что такое ремонт?
3. Что представляет собой диагностирование?
4. Кем может выполняться техническое обслуживание машин?
5. В чем сущность системы ППР?
6. Какие разновидности ремонта предусмотрены в системе ППР?
7. Какие структуры могут осуществлять ТО и ремонт машин?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Задачи механизации строительных работ в настоящее время имеют первостепенное значение. С одной стороны, это связано с тем, что все современные технологии предусматривают комплексное применение машин и оборудования. С другой – бурное развитие средств управления позволяет разрабатывать новую технику с современными конструктивными параметрами.

Определяющим фактором стало в последние годы соблюдение требований охраны труда и окружающей среды, техники безопасности при эксплуатации новых машин и оборудования. Так, например, кабины машин оборудуются современными средствами защиты, приборами, поддерживающими комфортный температурный режим. Обзор из кабины позволяет оператору видеть пространство рабочей зоны, область перемещения техники. Подобные усовершенствования нашли закономерное отражение в дизайне современных машин. Обзорность кабин, эргономика рабочих мест, рукоятки управления позволяют оптимизировать рабочие операции движения соответствующих механизмов. В системе привода и управления применяются гидронасосы, управляющая и предохранительная аппаратура более высокого уровня, что позволяет уменьшить металлоемкость машин, поднять их производительность. Для сохранения рабочей жидкости, в целях охраны окружающей среды на машинах устанавливают отсечную аппаратуру, которая препятствует выбросу рабочей жидкости при обрыве шлангов. Большое внимание производителей строительной техники уделяется механизации при небольших объемах работ. Появился целый класс мини-машин, масса которых обычно не превышает одной тонны.

Важное направление в создании машин – повышение уровня автоматизации, которое развивается по двум линиям: автоматизация управления и эксплуатации машин и создание автоматических устройств – роботов. Применение таких систем позволяет автоматизировать процесс перемещения машин, выдерживания траекторий

движения рабочего органа. Совмещение автоматических систем с диагностическими средствами обеспечивает более рациональное использование технического ресурса элементов машин, дает возможность оптимизировать режимы производственной технической эксплуатации оборудования, установить уровень расходов на поддержание и восстановление работоспособности машин и оборудования.

Управление парками машин является важнейшим направлением и осуществляется через систему диспетчерских служб, а также при помощи автоматизированных систем. Знание устройства и принципа работы современных машин и оборудования составляет основу профессиональной компетенции и позволяет принимать грамотные управленческие решения в современной экономической ситуации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Добронравов, С. С. Строительные машины и основы автоматизации : учеб. для строит. вузов / С. С. Добронравов, В. Г. Дронов. – М. : Высш. шк., 2001. – 575 с. – ISBN 5-06-003857-2.
2. Вайнсон, А. А. Подъемно-транспортные машины : учебник / А. А. Вайнсон. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1989. – 536 с.
3. Строительные машины : учеб. для вузов по специальности ПГС / Д. П. Волков [и др.] ; под ред. Д. П. Волкова. – М. : Высш. шк., 1988. – 319 с.
4. Грузоподъемные машины : учебник / М. П. Александров [и др.]. – М. : Машиностроение, 1986. – 400 с.
5. Выбираем домкрат [Электронный ресурс]. – Информация с сайта «За рулем». – Режим доступа: www.parsa.com.ua/articles/article_4.html (дата обращения: 05.03.2014).
6. Астахов, А. И. Автомобильные краны : учеб. для проф.-техн. учеб. заведений / А. И. Астахов. – М. : Высш. шк., 1969. – 320 с.
7. Типы лебедок и их классификация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.stropspb.ru/stati/tipy_i_klassifikacii_lebyodok/, (дата обращения: 18.03.2014).
8. ЗАО «Тверской экскаватор» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: tm-terex.com/ (дата обращения: 10.04.2014).
9. Станкевич, И. Колесо, которое может катиться... вбок. Необычные машины компании Airtrax [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.sitmag.ru (дата обращения: 13.05.2014).
10. Автомобильные подъемники Nussbaum [Электронный ресурс]. – Режим доступа: nussbaum.av.ua/categorie_avtomobilnie-podemniki-Nussbaum (дата обращения: 15.03.2014).
11. Балашов, В. П. Грузоподъемные и транспортирующие машины на заводах строительных материалов / В. П. Балашов. – М. : Машиностроение, 1987. – 384 с.

12. ГОСТ 27555-87 (ИСО 4306-1-85). Краны грузоподъемные. Термины и определения. – Введ. 1989-01.01. – М. : Изд-во стандартов, 1988 (2004). – 27 с.

13. ГОСТ 22827-85. Краны стреловые самоходные общего назначения. Технические условия. – Введ. 1987-01.01. – М. : Изд-во стандартов, 1985 (2004). – 19 с.

14. Эффективная эксплуатация строительных машин в условиях Донбасса : справ. пособие / под ред. В. А. Пенчука. – Донецк : Ноулидж (Донецкое отделение), 2012. – 787 с.

15. Тимохин, И. Автокран родом из зарубежья – ближнего и дальнего / И. Тимохин // Спец&Техника и нефтегазовое оборудование. – 2006. – № 8. – Август.

16. Строительные краны : справочник / В. П. Станевский [и др.] ; под ред. В. П. Станевского. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев : Будивельник, 1989. – 296 с.

17. Кран монтажный специальный МКТТ-100 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: techstory.ru/krans/pnevmo/mktt100_k701.htm (дата обращения: 07.04.2014).

18. Гидравлические стреловые самоходные краны на специальных шасси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.baurum.ru/_library/?cat=selfpropelled_faucets&id=1186 (дата обращения: 12.04.2014).

19. Паргаманик, И. М. Грузоподъемные краны стрелового типа : справ. пособие / И. М. Паргаманик. – М. : Энергоатомиздат, 1992. – 141 с. – (Библиотека тепломонтажника)/

20. Петухов, П. З. Специальные краны : учеб. пособие / П. З. Петухов, Г. П. Ксюнин, Л. Г. Серлин. – М. : Машиностроение, 1985. – 248 с.

21. Индексация кранов [Электронный ресурс]. – Сайт Википедия – свободная энциклопедия. – Режим доступа: ru.wikipedia.org/wiki/Индексация_кранов#.D0.9A.D1.80.D0.B0.D0.BD.D1.8B_.D0.BD.D0.B0_.D0.B1.D0.B0.D0.B7.D0.B5_.D1.82.D1.80.D0.B0.D0.BA.D1.82.D0.BE.D1.80.D0.BE.D0.B2 (дата обращения: 12.04.2014).

22. Отличия мостового крана от кран-балки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.taly.ru/206.html (дата обращения: 09.05.2014).

23. Абрамович, И. И. Козловые краны общего назначения / И. И. Абрамович, Г. А. Котельников. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1983. – 232 с.

24. ГОСТ 27584-88. Краны мостовые и козловые электрические. Общие технические условия. – Введ. 1990-01.01. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 17 с.

25. Полосин, М. Д. Устройство и эксплуатация подъемно-транспортных и строительных машин : учебник / М. Д. Полосин. – 2-е изд., стер. – М. : ИРПО : Академия, 1999. – 424 с.

26. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Ч. 1. Общие требования. – Введ. 1 сент. 2001 г. постановлением Госстроя России от 23.07.2001 № 80. – М. : Госстрой России, 2001. – 53 с.

27. Андреев, С. Е. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых / С. Е. Андреев, В. В. Зверевич, В. А. Петров. – М. : Недра, 1966. – 218 с.

28. Ильевич, А. П. Машины и оборудование заводов по производству керамики и огнеупоров / А. П. Ильевич. – М. : Машиностроение, 1968. – 192 с.

29. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А. Г. Касаткин. – М. : Химия, 1971. – 202 с.

30. Веригин, Ю. А. Строительные машины / Ю. А. Веригин. – Барнаул : Изд-во АлГТУ, 2000. – 141 с. – ISBN 5-7768-0039-6.

31. Кудрявцев, Е. М. Комплексная механизация строительномонтажных работ / Е. М. Кудрявцев. – М. : Высш. шк., 2008. – 268 с. – ISBN 5-9309333-24.

32. Российская энциклопедия самоходной техники / под ред. В. А. Зорина. – М. : Просвещение, 2001. – 406 с.

33. Строительные краны / под ред. О. Н. Красавиной. – Иваново : Ив. ГАСУ, 2007. – 247 с. – ISBN 978-5-7568-0250-4.

34. Сафонов, В. Н. Основы технологических производств дорожно-строительных материалов / В. Н. Сафонов. – Томск : ТГАСУ, 2006. – 343 с. – ISBN 5-33057-198-8.

35. Емельянова, И. А. Машины и оборудование для возведения зданий и сооружений из монолитного бетона / И. А. Емельянова. – Харьков : Факт, 2005. – 376 с.

36. Гергиберт, О. А. Технология бетонных и железобетонных изделий / О. А. Гергиберт. – 3-е изд. перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1971. – 360 с.

37. Китайцев, В. А. Технология теплоизоляционных материалов / В. А. Китайцев. – М. : Стройиздат, 1970. – 204 с.

38. Ким, Б. Г. Механизация строительства, организация диагностирования строительных и дорожных машин. МДС 12 – 20 2004. – М. : Госстрой России, 2004. – 35 с.

39. Пенчук, В. А. Основы механизации малообъемных и рас-средоточенных строительных и коммунальных работ: монография / В. А. Пенчук, В. М. Даценко, В. В. Пенчук ; под ред. В. А. Пенчука. – Донецк : Ноулидж (Донецкое отделение), 2011. – 257 с. – ISBN 5-7763-0045-2.

40. Строительные машины : учеб. пособие / под ред. Б. Г. Кима. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2004. – 198 с. – ISBN 5-89368-267-4.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	3
ВВЕДЕНИЕ	7
Глава 1. ДЕТАЛИ МАШИН	8
1.1. Передачи (трансмиссия)	8
1.2. Соединения	13
1.3. Материалы в строительном машиностроении	15
Вопросы для самоконтроля	16
Глава 2. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МАШИН	17
2.1. Двигатели и приводы	17
2.2. Ходовое оборудование	19
2.3. Системы управления	19
2.4. Рама	20
2.5. Производительность техники	21
Вопросы для самоконтроля	22
Глава 3. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДОБЫЧИ СЫРЬЯ	22
3.1. Землеройно-транспортные машины	22
3.2. Экскаваторы	25
3.3. Оборудование для гидромеханизации карьерных работ ...	31
Вопросы для самоконтроля	35
Глава 4. МАШИНЫ ДЛЯ ЗЕМЛЯНЫХ ГИДРОМЕХАНИЗИРОВАН- НЫХ, ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ И СВАЙНЫХ РАБОТ	35
4.1. Машины для уплотнения грунтов	35
4.2. Машины и оборудование для водоотлива и понижения уровня грунтовых вод	37
4.3. Буровые машины	38
4.4. Машины и оборудование для свайных работ	39
Вопросы для самоконтроля	42

Глава 5. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МЕХАНИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ И СКЛАДСКИХ РАБОТ.....	43
5.1. Транспорт в строительстве	43
5.2. Машины непрерывного транспорта (транспортирующие машины)	48
5.3. Погрузочно-разгрузочные машины	52
5.4. Техника безопасности при эксплуатации погрузочно-разгрузочных машин	54
Вопросы для самоконтроля.....	55
 Глава 6. ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ	56
6.1. Домкраты	56
6.2. Тали и тельферы.....	63
6.3. Лебедки	64
6.4. Строительные подъемники	65
6.5. Краны.....	68
Вопросы для самоконтроля.....	83
 Глава 7. ОТДЕЛОЧНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ	83
7.1. Оборудование для штукатурных работ	83
7.2. Оборудование для окрасочных работ	85
7.3. Мозаично-шлифовальные машины.....	91
7.4. Машины для кровельных работ	93
7.5. Оборудование для стекольных работ	94
Вопросы для самоконтроля.....	94
 Глава 8. ДРОБИЛЬНО-ПОМОЛЬНОЕ И СОРТИРОВОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ.....	95
8.1. Машины для грубого измельчения (дробления) материалов.....	95
8.2. Машины для тонкого и сверхтонкого измельчения и помола материалов.....	113
8.3. Машины для механической сортировки материалов	127
8.4. Оборудование для воздушной сортировки материалов и пылеосаждения	136
8.5. Оборудование для гидравлической классификации и электромагнитного обогащения материалов.....	140
Вопросы для самоконтроля.....	150

Глава 9. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДОЗИРОВАНИЯ И СМЕШИВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ	151
9.1. Бункеры и силосы, питатели и дозаторы.....	151
9.2. Винтовые конвейеры.....	154
9.3. Дозаторы.....	157
9.4. Классификация	160
9.5. Смесители для сухих материалов.....	162
9.6. Смесители для пластичных и жидких масс	167
Вопросы для самоконтроля.....	170
Глава 10. МАШИНЫ ДЛЯ БЕТОННЫХ РАБОТ	171
10.1. Классификация смесительного оборудования.....	171
10.2. Перспектива развития смесителей	174
10.3. Транспортирование смеси.....	176
10.4. Укладка бетонной смеси бетононасосами	179
10.5. Уплотнение бетонной смеси	185
Вопросы для самоконтроля.....	188
Глава 11. ОБОРУДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	188
11.1. Оборудование для заготовки арматуры.....	188
11.2. Оборудование для виброуплотнения бетонной смеси..	189
11.3. Оборудование для формования пустотелых железобетонных изделий	206
11.4. Оборудование для формования железобетонных труб..	214
11.5. Оборудование для производства бесцементных и ячеистых бетонов.....	215
11.6. Приготовление силикатобетонных смесей	216
11.7. Приготовление газобетонных смесей.....	219
11.8. Приготовление пенобетонных смесей.....	221
Вопросы для самоконтроля.....	222
Глава 12. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ	223
12.1. Оборудование для производства фибролита	223
12.2. Оборудование для производства древесно-волоконистых плит	227
12.3. Оборудование для производства изделий из пластических масс	229
Вопросы для самоконтроля.....	235

Глава 13. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА НЕОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ.....	235
13.1. Оборудование для производства теплоизоляционных материалов.....	235
13.2. Оборудование для производства керамических изделий	238
13.3. Технологическое оборудование для производства силикатных изделий.....	246
Вопросы для самоконтроля.....	249
Глава 14. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ.....	249
14.1. Автоматизация камер ускоренного твердения	249
14.2. Автоматизация ямных пропарочных камер.....	252
14.3. Автоматизация тепловлажностной обработки изделий в кассетных машинах.....	253
14.4. Использование роботов и манипуляторов в производстве неметаллических строительных изделий и конструкций	255
Вопросы для самоконтроля.....	257
Глава 15. РУЧНЫЕ МАШИНЫ.....	258
Вопросы для самоконтроля.....	262
Глава 16. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ.....	263
16.1. Основные вопросы технической эксплуатации машин.....	263
16.2. Организация системы планово-предупредительного ремонта машин и оборудования	266
Вопросы для самоконтроля.....	268
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	269
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	271

Учебное издание

КИМ Борис Григорьевич
ТУР Наталья Николаевна
ПЕНЧУК Валентин Алексеевич
и др.

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ
И ОБОРУДОВАНИЕ СТРОЙИНДУСТРИИ**

Учебное пособие

Редактор А. П. Володина
Технический редактор С. Ш. Абдуллаева
Корректор Е. П. Викулова
Компьютерная верстка Л. В. Макаровой

Подписано в печать 10.12.15.
Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 16,28. Тираж 100 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.