

Глава 10

Машины для приготовления цементобетонных и растворных смесей, асфальтобетонов

10.1. Дозировочные устройства

Для получения бетонной смеси или раствора заданного состава необходимо точное дозирование компонентов – вяжущего, воды, песка, щебня (гравия), добавок. Погрешность, допускаемая при дозировке материалов в заводских условиях, не должна превышать: для цемента и воды $\pm 1\%$, для заполнителей $\pm 2\%$.

В соответствии с типом смесителя используются дозаторы циклического или непрерывного действия. По принципу дозирования различают дозаторы объемные и весовые. Дозаторы бывают с ручным, полуавтоматическим и автоматическим управлением.

Объемные дозаторы конструктивно проще весовых, но уступают им в точности дозирования, поэтому объемное дозирование заполнителей применяют на отдельно устанавливаемых смесителях на строительных площадках и на смесительных установках небольшой производительности. Объемный дозатор циклического действия – мерный сосуд, состоящий по высоте из двух частей. Они соединены болтами, что позволяет поднимать или опускать нижнюю часть сосуда, регулируя количество сыпучего материала. Объем загруженного материала определяется по шкале, расположенной на дозаторе. Для дозирования воды применяются водомерные бабки сифонного действия.

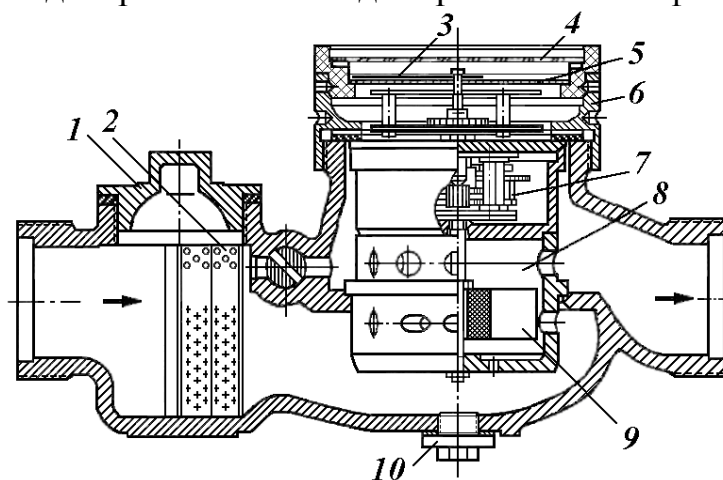


Рис. 10.1. Дозатор воды турбинного типа:

1 – корпус; 2 – сетка; 3 – стрелка; 4 – стекло; 5 – циферблат; 6 – поворотное кольцо;
7 – редуктор; 8 – камера крыльчатки; 9 – крыльчатка; 10 – пробка

Более точными, надежными и компактными являются дозаторы *турбинного* типа. Такой дозатор (рис. 10.1) состоит из корпуса, в котором размещена камера 8 турбинки (крыльчатки). В верхней части корпуса установлен циферблатный указатель количества пропущенной воды, имеющий

100 делений. Каждое деление соответствует 1 л воды. Вода поступает в дозатор через входную горловину с фильтрующей сеткой 2. В камеру 8 вода поступает через нижнее отверстие, а выходит через верхнее. Перед дозированием циферблат устанавливают на нулевое деление, вращая поворотное кольцо 6. После этого оператор открывает кран и следит за движением стрелки по циферблату; при совпадении стрелки с соответствующим делением оператор закрывает кран. Имеются циклические дозаторы для воды с автоматическим управлением. Они предназначены для обслуживания более крупных смесителей.

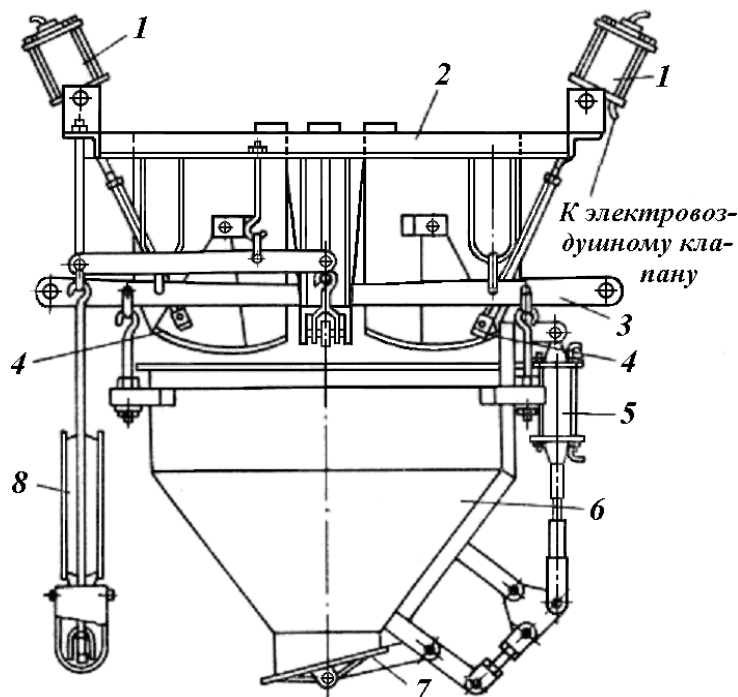


Рис. 10.2. Автоматический весовой дозатор:

1 – пневмоцилиндр впускного затвора; 2 – рама; 3 – весовая рычажная система; 4 – секторный затвор; 5 – пневмоцилиндр выпускного затвора; 6 – весовой бункер; 7 – выпускной затвор; 8 – циферблатный указатель

Циклические весовые дозаторы для заполнителей и цемента так же, как и объемные, имеют сосуд для дозируемого материала, но снабженный весовым устройством. На рис. 10.2 показан дозатор с фотоэлектронными датчиками. К раме подвешены две впускные воронки с секторными затворами. Для открывания и закрывания затворов служат пневмоцилиндры с электровоздушными клапанами. Взвешивание производится устройством, включающим рычажную систему, с выпускным затвором 7, управляемым пневмоцилиндром 5 с электропневматическим клапаном. Отличительной особенностью дозатора является циферблатный указатель с осветительными лампами. Лампы помещены внутри металлических патронов; в одном из торцов патрона имеется небольшое отверстие для пропуска светового луча. В зависимости от расположения лампы на окружности циферблата отвешивается та или иная доза материала с градацией через 2 кг. Стрелка циферблата имеет на конце фотосопротивление. При наполнении дозируемым материалом весового бункера стрелка перемещается по шкале циферблата. При пересечении ею луча света, выходящего из отверстия включенной лампы, автоматически подается сигнал на электронный блок усиления и закрывается

впускной затвор дозатора. Имеются циферблатные указатели и других конструкций.

Дозаторы непрерывного действия бывают как объемными, так и весовыми. Первые используются преимущественно на небольших смесительных установках, в частности передвижных. Для объемного непрерывного дозирования цемента, а иногда и заполнителей получили распространение шнековые дозаторы. Количество подаваемого материала регулируется скоростью вращения шнека. Специальный приводной механизм, установленный между валом редуктора и валом шнека, позволяет изменять число оборотов последнего. Для обеспечения большей точности дозирования, зависящей от объемного веса материала, шнек имеет переменную величину шага, уменьшающегося в направлении движения дозируемого материала.

На передвижных установках небольшой производительности иногда применяют простые дозаторы непрерывного действия в виде короткого ленточного конвейера. Высота слоя материала на ленте регулируется положением заслонки и козырька, установленного у выходного отверстия загрузочного бункера.

Весовые дозаторы непрерывного действия разделяют по принципу автоматического регулирования на дозаторы прямого и непрямого действия. У первых объединены в одном агрегате устройства для взвешивания и изменения количества подаваемого материала.

Дозаторы непрямого действия являются двухагрегатными: один агрегат служит для изменения количества подаваемого материала, другой – для взвешивания. Одноагрегатные дозаторы применяются на установках и заводах меньшей производительности. Основной частью такого дозатора является ленточный конвейер, на котором производится отвешивание непрерывно перемещаемого материала. Конвейер подвешен шарнирно к приемному бункеру. Через систему рычагов конвейер связан с заслонкой, автоматически поддерживающей толщину слоя материала, поступающего из бункера, в соответствии с заданным количеством (весом).

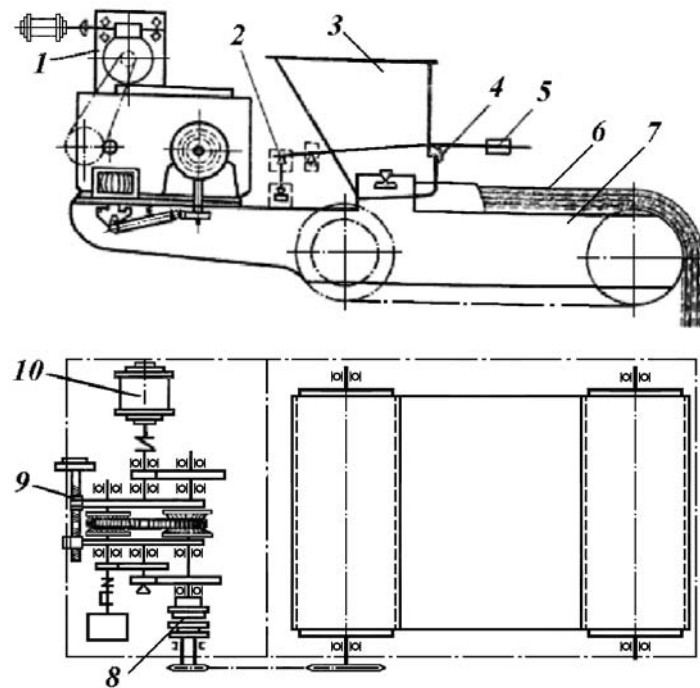


Рис.10.3. Схема весового автоматического дозатора непрерывного действия

Например, весовой автоматический дозатор непрерывного действия С-633Д (рис. 10.3) обеспечивает весовое дозирование инертных заполнителей с точностью $\pm 2\%$ при практически неограниченном количестве марок бетона.

Дозатор имеет весовую систему 2, к которой подвешена вся конструкция так, что главная опора расположена по средней линии течки 3. Такое положение исключает влияние материала, находящегося в бункере и течке, на состояние равновесия. Весовая система маятникового типа с механическим регулированием веса материала на ленте транспортера 7. Величина веса материала 6 определяется положением грузов 5, а поддерживается автоматически при помощи заслонки 4, которая при увеличении веса материала и повороте транспортера по часовой стрелке несколько опускается, уменьшая вес материала, а при повороте против часовой стрелки поднимается и увеличивает вес.

Процентное содержание компонентов в смесях, дозируемых такими дозаторами, зависит от их производительности, т.е. от скорости движения ленты транспортера, которую можно регулировать в широких пределах и автоматически поддерживать постоянной благодаря конструкции привода.

Привод состоит из электродвигателя 10, цепного пластинчатого вариатора 9, двухступенчатого редуктора, кулачковой муфты 8 и исполнительного механизма 1. Если число оборотов ведущего барабана ленточного транспортера меньше заданного, автоматическое устройство включает двигатель исполнительного механизма 1 и уменьшает передаточное число вариатора до достижения заданной скорости. При превышении числа оборотов передаточное число увеличивается благодаря реверсированию двигателя исполнительного механизма.

Дозатор отличается высокой производительностью (от 7 до 68 т/ч), малыми размерами (1510X1035x690 мм) и небольшим весом (374 кг).

Автоматический дозатор непрерывного действия С-685 обеспечивает дозирование цемента при любой заданной производительности от 5 до 25 т/ч. Дозатор представляет собой шнек с шагом, уменьшающимся по ходу движения от 200 до 100 мм, что обеспечивает уплотнение цемента до постоянной плотности. Шнек расположен в трубе и вращается от электродвигателя через клиноременную передачу, цепной пластинчатый вариатор и редуктор. Исполнительный механизм обеспечивает регулирование и поддержание числа оборотов шнека в заданных пределах.

10.2. Смесительные машины для приготовления бетонных смесей и растворов

Бетоносмесительная установка состоит из смесительного барабана с приводом, дозаторов сухих материалов и воды, системы управления.

В двухступенчатых бетоносмесительных установках (рис. 10.4) каркасные металлоконструкции, несущие расходный бункер с дозаторами и смеситель, устанавливаются рядом. Щебень и песок загружаются с уровня земли в расходный бункер для дозирования (1-я ступень), после чего снова с уровня земли загружаются в смеситель (2-я ступень). В одноступенчатых установках расходный бункер, дозаторы и смеситель размещены друг над другом на перекрытиях одной каркасной металлоконструкции, поэтому щебень и песок поднимаются однократно; они чаще используются на крупных заводах железобетонных изделий.

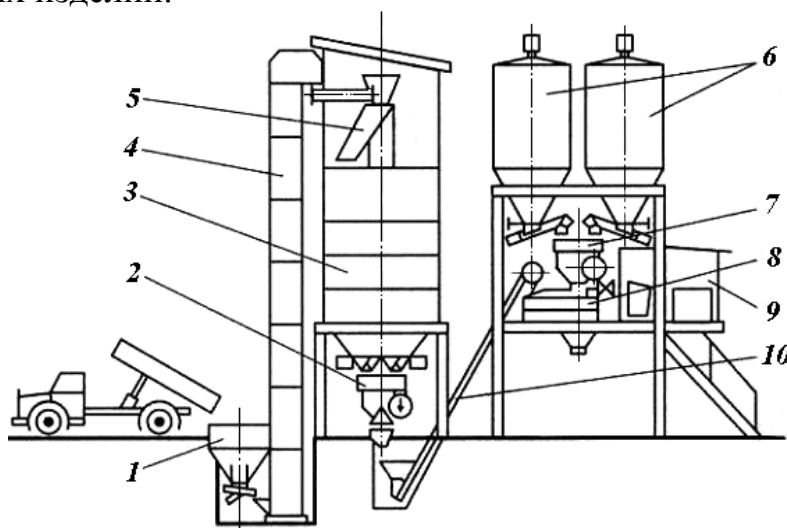


Рис. 10.4. Схема двухступенчатой бетоносмесительной установки: 1 – приемный бункер; 2 – дозатор песка и щебня; 3 – расходный бункер; 4 – многоковшовый конвейер; 5 – поворотная воронка; 6 – силосы цемента; 7 – дозатор цемента; 8 – бетоносмеситель; 9 – кабина управления; 10 – скиповый подъемник

Стационарные установки рассчитаны на постоянную эксплуатацию на одном месте в течение длительного времени. Поэтому установки подключаются к стационарным телефонным, электрическим, газовым, водопроводным и канализационным сетям, все их агрегаты монтируются на капитальных фундаментах, а персонал включается в муниципальные системы медицинского и страхового обслуживания на постоянной основе.

Агрегаты инвентарных бетоносмесительных установок объединены в блоки, размеры которых не превышают ограничений на транспортные

габариты. Блоки приспособлены к быстрому монтажу из них бетоносмесительной установки или ее демонтажу и погрузке на транспортные средства. Инвентарные установки используются в случаях, когда потребность в цементобетоне сохранится не более 2...3 лет. Обычно инвентарные установки также подключаются к стационарным муниципальным сетям, но на временной основе.

Агрегаты передвижных бетоносмесительных установок монтируются на прицепных или полуприцепных пневмоколесных шасси, комплектуются собственной электростанцией, резервуарами и бункерами для хранения запаса воды и сухих компонентов смеси. Передвижные установки целесообразно использовать, когда скорость перемещения фронта укладки цементобетона делает убыточной доставку его с инвентарных и стационарных установок.

Для перемешивания компонентов бетона или раствора применяются смесители периодического и непрерывного действия. Те и другие разделяют по способу перемешивания на смесители со свободным падением материалов в смесительном барабане (гравитационные смесители) принудительным перемешиванием. Гравитационные смесители используются, как правило, для приготовления бетонных смесей. Для приготовления бетонных смесей с легким заполнителем, например керамзитобетона, а также строительных растворов обычно применяются машины с принудительным перемешиванием, обеспечивающие в этих условиях лучшее качество смеси. Приготовление бетонных смесей с заполнителями крупностью до 40...70 мм также может осуществляться в мешалках принудительного действия. Хорошее перемешивание жестких смесей достигается только в таких смесителях.

Гравитационные смесители. В гравитационном смесительном барабане, вращающемся вокруг горизонтальной или наклонной оси, компоненты смеси перемешиваются лопастями, расположенными на внутренней поверхности барабана, за счет подъема и последующего падения. Гравитационные барабаны отличаются простотой, малой энергоемкостью и нечувствительностью к крупному щебню, но плохо перемешивают жесткие смеси с водоцементным отношением менее 0,5.

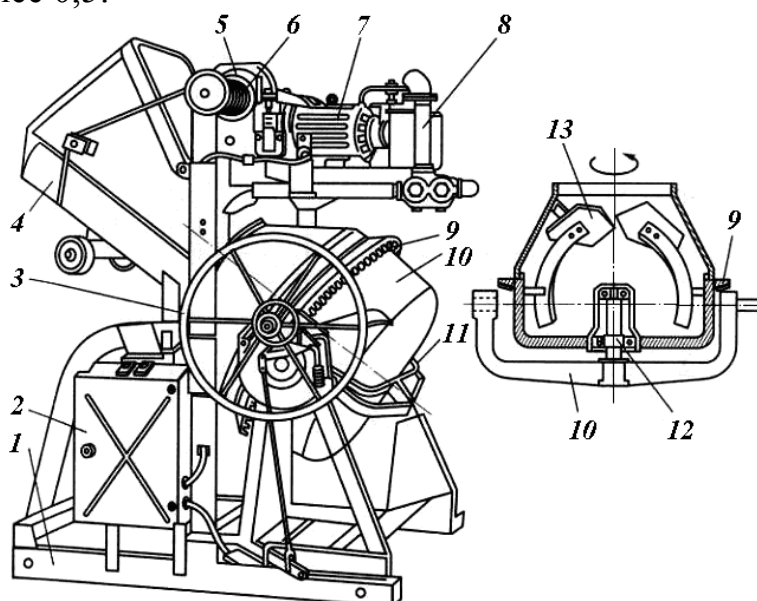


Рис. 10.5. Опрокидывающийся гравитационный смесительный барабан:

1 – рама; 2 – электрооборудование; 3 – штурвал опрокидывания барабана; 4 – скиповый ковш; 5 – червячный редуктор; 6 – подъемник ковша; 7 – двигатель; 8 – водяной дозатор; 9 – зубчатый приводной венец; 10 – барабан; 11 – траверса; 12 – ось вращения барабана; 13 – перемешивающая лопасть

Опрокидывающийся гравитационный барабан смесителя периодического действия (рис. 10.5). Барабан смесителя состоит из нижней цилиндрической части и верхней в виде усеченного конуса. Их соединяет цилиндрическая обечайка с зубчатым венцом, перекатывающимся по двум диаметрально противоположно расположенным шестерням, одна из которых является опорной, а вторая вращается электродвигателем через редуктор. Барабан вращается на короткой цапфе, приваренной в центре его днища и закрепленной в подшипниковой опоре, установленной на перекладине П-образной опрокидывающейся траверсы между ее стойками. К стойкам крепятся опорная и ведущая шестерни, а сами стойки проходят с двух диаметрально противоположных сторон барабана и крепятся к станине смесителя подшипниковыми опорами, позволяющими наклонять траверсу вместе с барабаном. Внутри барабана по всей его длине укреплены 2...3 лопасти, перемешивающие материал при вращении барабана. Барабан загружается через открытый торец конической части и через это же отверстие готовая смесь выгружается из барабана под собственным весом при его наклоне.

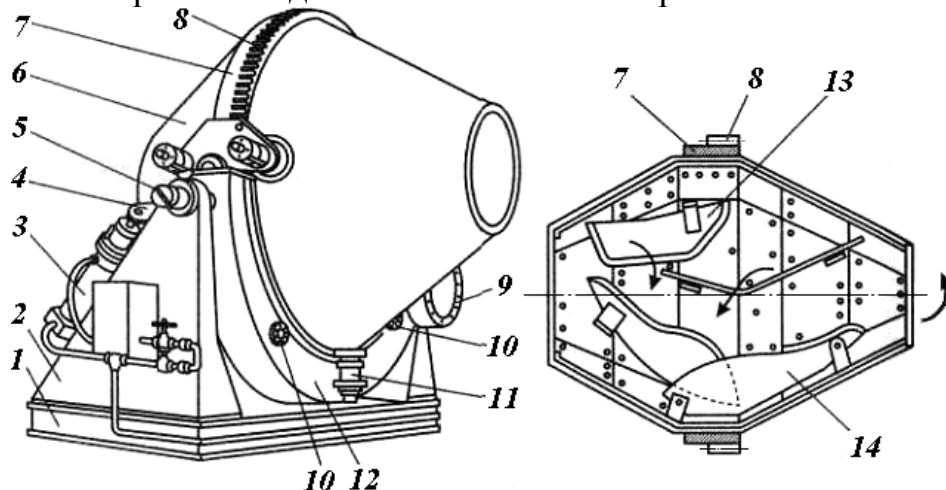


Рис. 10.6. Гравитационный смесительный барабан:

1 – станина; 2 – стойка; 3 – пневмоцилиндр наклона траверсы с барабаном; 4 – кронштейн; 5 – шип траверсы; 6 – барабан; 7 – обод; 8 – зубчатый венец; 9 – двигатель; 10 – опорные ролики (сзади траверсы); 11 – упорный ролик, удерживающий барабан при наклоне (три пары); 12 – траверса; 13, 14 – перемешивающие лопасти

Наклоняющийся конусный барабан стационарного гравитационного бетоносмесителя (рис. 10.6). Конусный барабан состоит из короткого и длинного усеченных конусов, основания которых соединены цилиндрической обечайкой. На обечайке смонтирован обод с зубчатым венцом, передающим на барабан вращение от ведущей шестерни. Барабан опирается на ролики, установленные в полу круглой траверсы, охватывающей барабан снизу. Шипами траверсы опирается на подшипники в стойках П-образной станины. Загружается барабан в горизонтальном положении через горловину длинного конуса, а разгружается при наклоне барабана через нее же. В коротком конусе устанавливаются более глубокие цилиндрические лопасти, а в длинном – более

пологие, чем обеспечивается не только подъем и сбрасывание смеси, но и ее циркуляция вдоль оси барабана.

Существуют конструкции барабанов, в которых спиральные разгрузочные лопатки выгружают готовую смесь при обратном вращении барабана без наклона его оси.

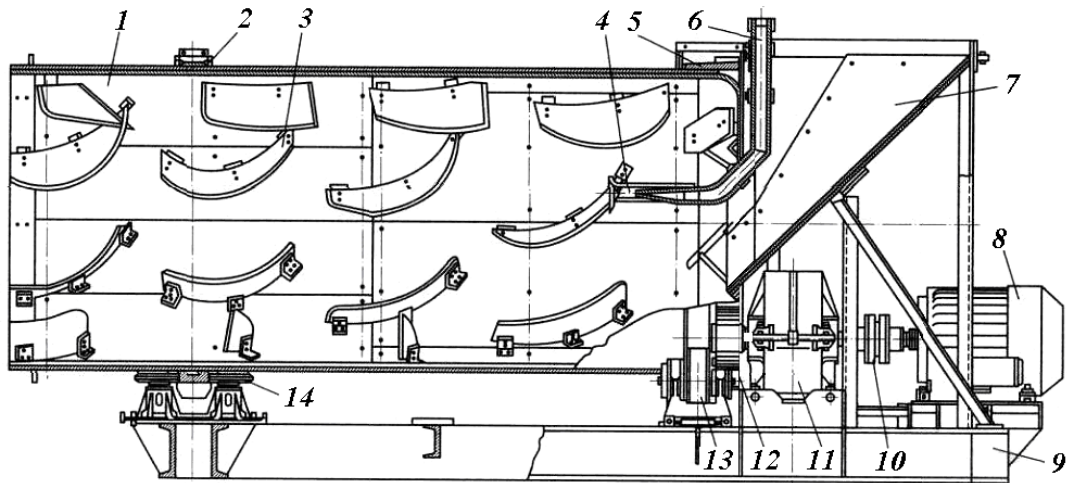


Рис. 10.7. Гравитационный смеситель непрерывного действия:

1 – барабан; 2 – бандаж; 3 – лопасть; 4 – водяная форсунка; 5 – зубчатый венец привода барабана; 6 – труба; 7 – загрузочная воронка; 8 – двигатель; 9 – рама; 10 – соединительная муфта; 11 – редуктор; 12 – ведущая шестерня; 13 – опорный ролик; 14 – упорный ролик

Гравитационный барабан непрерывного действия (рис. 10.7). Гравитационный барабан, установленный горизонтально, имеет цилиндрическую форму, загрузочный и разгрузочный люки в противоположных торцах. Лопасти на внутренней поверхности барабана установлены по винтовой линии, что, улучшая перемешивание материала, перемещает его к разгрузочному люку. Изнутри корпус барабана облицован износостойкими пластинами из марганцовистой стали или белого чугуна. Корпус барабана охватывается двумя бандажами, каждый из которых опирается на два опорных ролика. Вращение от ведущей шестерни передается на барабан через зубчатый венец, прикрепленный к одному из бандажей. Сухие компоненты смеси подаются в загрузочный люк через загрузочную воронку. Вода и добавки разбрызгиваются внутри первой трети барабана из струйно-распылительного устройства, соединенного с дозаторами. Лопасти установленные в конце барабана, повернуты таким образом, что выгружают готовую смесь из барабана через разгрузочный люк в распределительный лоток.

Смесители с принудительным перемешиванием материалов. Бетоносмесители периодического действия с принудительным перемешиванием материалов предназначены для приготовления жестких бетонных смесей с заполнителями крупностью не более 30 мм. Принудительное перемешивание материалов осуществляется вращающимся лопастным валом (валами) в неподвижном или вращающемся барабане. Большинство смесителей имеет корытообразный или чашеобразный барабан.

В машинах с корытообразным барабаном перемешивание материалов производится в неподвижном барабане вращающимся лопастным валом (или

двумя параллельными валами). Различают смесители с винтовыми и прямыми лопастями. Первые используются преимущественно для приготовления строительных растворов, вторые – для приготовления асфальтобетонных и цементно-бетонных смесей.

Лопастные лотковые бетоносмесители принудительного перемешивания. Бетоносмесители с двумя горизонтально расположенными валами и выгрузкой через люк применяются для приготовления смесей с заполнителями не крупнее 40 мм, так как более крупные включения, попадая между корпусом и жестко закрепленной лопаткой, могут вызвать ее поломку (рис. 10.8). В зависимости от требований к качеству смеси применяют смесители циклического или непрерывного действия, причем конструктивные схемы тех и других идентичны схемам аналогичных асфальтосмесителей.

Лопастные лотковые бетоносмесители принудительного перемешивания с одним горизонтальным валом и выгрузкой опрокидыванием используются, главным образом, для приготовления строительных цементных растворов (смесей цемента, песка и воды), так как их шнековые лопасти двигаются близко к стенкам смесителя и могут заклиниваться щебнем. Цилиндрический корпус смесителя расположен горизонтально и открыт сверху. Подшипниковые опоры вала крепятся на станине смесителя, а корпус своими подшипниковыми опорами крепится на валу и может поворачиваться вокруг него независимо от его вращения. На валу установлена ленточная лопасть в виде цилиндрической спирали, расположенной между торцами корпуса. Загружается смеситель через открытый верх, а выгружается поворотом корпуса вокруг вала вверх дном.

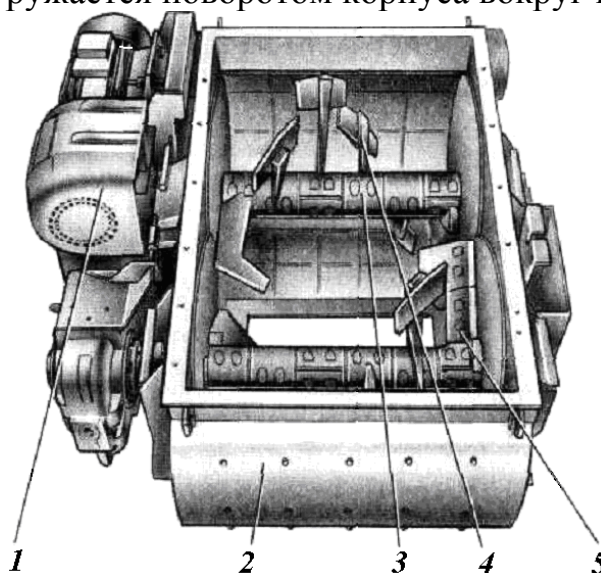


Рис. 10.8. Двухвальный смеситель циклического действия с принудительным перемешиванием: 1 – привод валов; 2 – корпус; 3 – вал; 4 – лопасть; 5 – разгрузочный люк

Смесители с чашеобразным барабаном применяются главным образом для приготовления жестких бетонных смесей. Они бывают различных типов: с вращающимся или неподвижным барабаном (чашей), с одним, двумя и несколькими вертикальными валами, с перемешиванием лопастями, с центральным или смещенным положением оси вращения лопастей. Имеются смесители, снабженные, помимо перемешивающих лопастей, катками

(роликами) для разминания образующихся цементно-песчаных комков. Смесители работают циклично, с загрузкой компонентов сверху и разгрузкой готовой смеси через отверстие в днище чаши, реже – путем опрокидывания барабана. Наиболее распространены смесители с чашеобразным барабаном емкостью (по объему готового замеса) от 100 до 800 л и производительностью от 3 до 15 м³/ч.

На заводах ЖБИ, производящих керамзитобетонные стеновые панели, а также изделия из жестких бетонных смесей, широко применяются смесители с вращающейся чашей, например бетоносмеситель С-356 (рис. 10.9). Он имеет барабан, выполненный в виде цилиндрической чаши 12 с горизонтальным днищем, в центре которого имеется разгрузочный люк 15, прикрытый снизу крышкой. Смесительная чаша опирается на четыре опорных ролика 6, подшипники которых установлены на раме 10. Рама сварена из швеллеров и имеет две стойки 2, объединенные сверху поперечиной 14. На стойках и поперечине смонтирован привод, состоящий из электродвигателя 19, клиноременной передачи 21, редуктора 22, горизонтального вала 20 и трех вертикальных валов, вращающихся от горизонтального вала при помощи конических передач 1. Крайний вертикальный вал 3 имеет внизу цилиндрическую шестерню 4, которая находится в зацеплении и вращает венцовую шестерню 5, укрепленную на днище чаши. Два других вертикальных вала укреплены в подшипниках на поперечине консольно и на нижней части несут трехлучевые крестовины 16 с закрепленными на них лопатками 17. При вращении валов лопатки на крестовинах интенсивно перемешивают материал во вращающейся чаше. Кроме того, материал перемешивают и неподвижные гребки 11, расположенные на балке 13, прикрепленной к поперечине, а также очистной гребок 18, зачищающий борт чаши. Лопатки и гребки прижимаются к упорам пружинами, что обеспечивает возможность их подъема для предотвращения поломки при попадании крупных кусков заполнителя между лопатками и чашей.

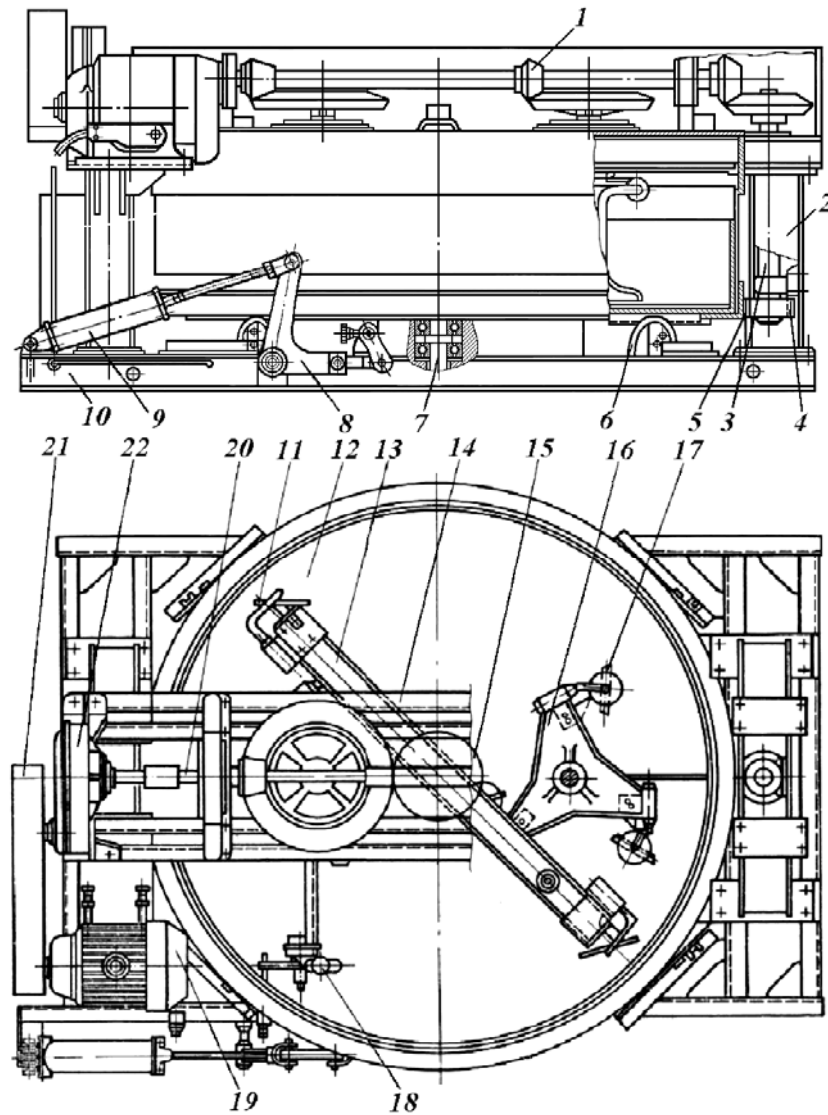


Рис. 10.9. Бетоносмеситель С-356 периодического действия с принудительным перемешиванием материалов емкостью 1000 л

Процесс приготовления бетонной смеси начинается с загрузки во вращающуюся вокруг вертикальной оси смесительную чашу исходных материалов. Перемешивание происходит в основном шестью лопатками, укрепленными на крестовинах, а неподвижные гребки благодаря вращению чаши подгребают смесь к вращающимся лопаткам.

Выгрузку бетонной смеси производят через центральное отверстие в днище чаши, прикрытое снизу крышкой, которая свободно вращается на оси 7 и вместе с осью системой рычагов 8 может опускаться и подниматься при соответствующем движении штока пневмоцилиндра 9. После окончания перемешивания сжатый воздух из сети при давлении 7 атм ($0,69 \text{ Мн/м}^2$) путем поворота рукоятки на пульте управления направляют в верхнюю часть цилиндра, рычаги поворачиваются, и отверстие открывается. Так как чаша и лопатки вращаются, бетонная смесь проходит через центральное отверстие и попадает в транспортирующее устройство. Управление работой бетоносмесителя осуществляется дистанционно из дозаторного отделения. Рычаг 8 в крайних положениях нажимает на один или другой конечный

выключатель и зажигает соответствующий сигнал (открыто или закрыто) на пульте управления перед оператором.

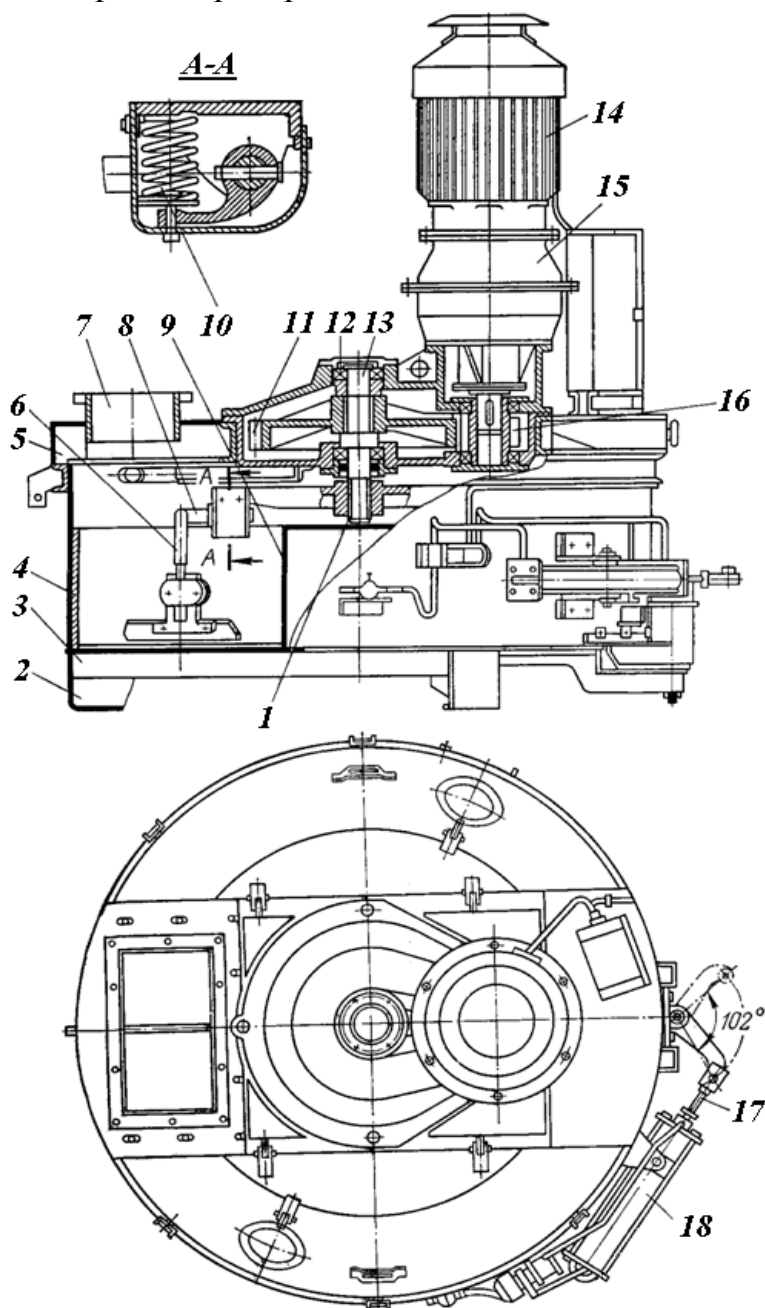


Рис. 10.10. Роторный бетономеситель с чашеобразным корпусом

Смеситель роторный для смешивания компонентов бетонной смеси с объемом готового замеса 330 л показан на рис. 10.10.

Смеситель состоит из неподвижного корпуса 3, рамы 5 и смешивающего механизма, смонтированного на роторе 1. Вращение ротору сообщается от электродвигателя 14 со встроенным редуктором 15 через вал-шестерню 16 и цилиндрическое зубчатое колесо 11, насаженное на конец вала, на котором также укреплен ротор. Вал 13 установлен в подшипниках 12.

Материалы смешиваются в кольцевой рабочей камере, образованной внутренней 9 и наружной 4 обечайками. Смешивающий механизм состоит из пяти лопастей, которые к ротору крепятся с помощью держателей 5 и водил 8. Лопасты расположены на разных расстояниях от оси вращения и перекрывают

поэтому все пространство кольцевой камеры. В камеру материал загружается через патрубок 7. Готовую смесь из рабочей камеры выгружают через секторное отверстие, расположенное в днище. Отверстие перекрывается затвором, управляемым пневмоцилиндром 18 через систему тяг и рычагов 17. Внутренняя поверхность рабочей камеры футеруется высокопрочными стальными листами. Корпус смесителя укреплен на трех стойках 2, расположенных под углом 120° относительно друг друга. Пружинные амортизационные устройства 10 предназначены для предупреждения поломки лопастей, держателей и водил при попадании в рабочую камеру крупных кусков материала (или посторонних предметов).

В планетарно-роторных смесителях лопасти не только перемещаются по кругу в кольцевой смесительной камере, но и вращаются вокруг собственной оси. Имеются смесители, у которых относительно оси чаши вращается горизонтальная траверса, несущая вертикальные лопастные валы, вращающиеся, в свою очередь, относительно осей подвеса их к траверсе. Для приготовления керамзитобетонной смеси применяются смесители, снабженные решетчатыми катками, катящимися по днищу чаши вокруг вертикального вала. При этом катки перемешивают материалы и одновременно измельчают крупные зерна керамзита.

Турбулентные смесители отличаются большой скоростью вращения ротора (500 об/мин и более). Они предназначены для приготовления подвижных бетонных смесей с осадкой конуса не менее 8 см и с заполнителями крупностью до 30...40 мм для строительных растворов, мастичных и эмульсионных смесей. Такие смесители непригодны для жестких составов.

Автобетоносмесители. Этот тип передвижных установок (рис. 10.11), используют для перевозки готовой цементобетонной смеси или приготовления ее в пути. Смесительный барабан гравитационного перемешивания с циклическим режимом работы устанавливается на шасси грузового автомобиля и комплектуется приводом, обычно гидрообъемным, расходным водяным баком с дозатором и загрузочным, разгрузочным и направляющим лотками. Смесь перемешивается спиральными лопастями, а при обратном вращении барабана эти лопасти поднимают смесь к горловине барабана и выгружают в разгрузочный лоток. Продолжительность перемешивания обычно составляет от 15 до 20 мин, поэтому при использовании автобетоносмесителей на коротких расстояниях их целесообразно загружать уже готовой смесью.

Производительность бетоносмесителя зависит от вместимости барабана, которая должна быть в 2...3 раза больше объема смеси при загрузке, и продолжительности перемешивания, которое определяется относительным количеством воды и цемента в смеси. Продолжительность приготовления обычной бетонной смеси составляет от 60 до 150 с, а для жесткой смеси – до 240 с.

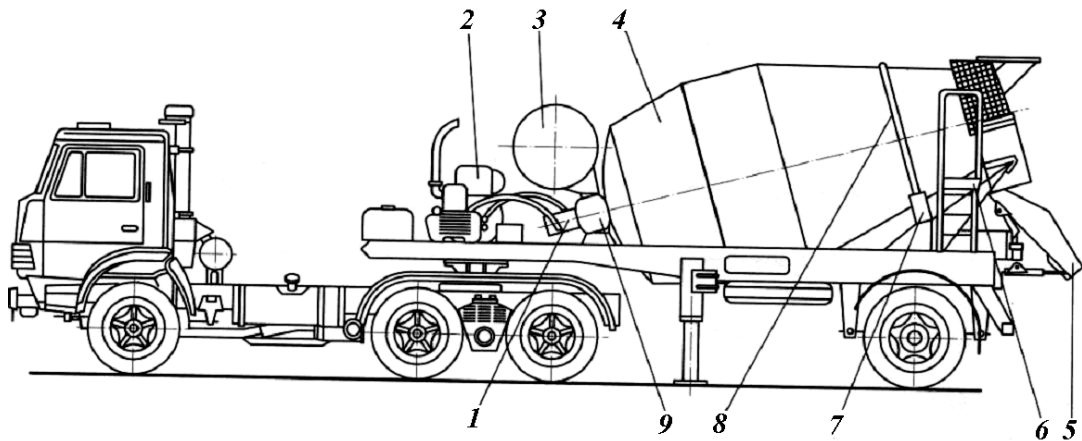


Рис. 10.11. Схема автобетоносмесителя:

1 – центральная цапфа смесительного барабана; 2 – двигатель внутреннего сгорания привода барабана; 3 – бак для воды; 4 – смесительный барабан; 5 – направляющий лоток; 6 – лестница для обслуживания; 7 – опорный ролик; 8 – бандаж; 9 – гидромотор привода барабана

Производительность бетоносмесителя периодического действия (Π_6) можно рассчитать по формуле:

$$\Pi_6 = V_{\text{зам}} k_{\text{вых}} k_{\text{в}} / (t_{\text{заг}} + t_{\text{выг}} + t_{\text{под}}),$$

где $V_{\text{зам}}$ – вместимость барабана по загрузке, т.е. объем сухих компонентов смеси, загружаемых в барабан; $k_{\text{вых}}$ – коэффициент выхода, т.е. отношение объема готового бетона к объему сухих компонентов, загруженных в барабан (для бетонов $k_{\text{вых}} = 0,67... 0,7$, для растворов $k_{\text{вых}} = 0,85... 0,95$); $k_{\text{в}}$ – коэффициент использования времени смены ($k_{\text{в}} = 0,85... 0,95$); $t_{\text{заг}}$ – продолжительность загрузки смесителя (при загрузке из дозаторов $t_{\text{заг}} = 10... 15$ с, при загрузке скиповым подъемником $t_{\text{заг}} = 15... 30$ с); $t_{\text{пер}}$ – продолжительность перемешивания смеси (табл. 10.1); $t_{\text{выг}}$ – продолжительность выгрузки готового замеса (для опрокидного или наклоняющегося барабана $t_{\text{выг}} = 10... 30$ с, для неопрокидного барабана $t_{\text{выг}} = 30... 60$ с); $t_{\text{под}}$ – продолжительность процесса подготовки барабана к загрузке новой порции смеси.

Таблица 10.1

Наименьшая продолжительность перемешивания цементобетона в гравитационных бетоносмесителях

Вместимость смесителя, м ³	Продолжительность перемешивания, с		
	Для бетонов с объемной массой более 2200 кг/м ³ и осадкой конуса		Для бетонов с объемной массой до 2200 кг/м ³
	до 6 см	свыше 6 см	
0,5	60	45	180
1,2	120	90	240
2,4	150	120	—

Производительность бетоносмесителя непрерывного действия ($\Pi_{б.н.д.}$) можно рассчитать по формуле:

$$\Pi_{б.н.д.} = k_{\text{сн}} \pi D_{\text{бар}}^2 s_{\text{лоп}} k_{\text{в}} / \omega_{\text{бар}},$$

где $k_{\text{сн}}$ – коэффициент снижения производительности из-за частичного заполнения поперечного сечения барабана материалом и замедления движения смеси вдоль барабана из-за трения о лопасти ($k_{\text{сн}} = 1,9... 2,3$); $D_{\text{бар}}$ – диаметр барабана; $s_{\text{лоп}}$ – шаг установки лопастей; $k_{\text{в}}$ – коэффициент использования времени смены; $\omega_{\text{бар}}$ – угловая скорость барабана.

Производительность автобетоносмесителя (Π_a) может быть рассчитана по формуле:

$$\Pi_a = \frac{V_{\text{зам}} k_b}{2} \left(\frac{1}{t_{\text{зап}} + L_3 / U_{\text{гр}} + t_{\text{выг}} + t_{\text{ман}}^{\text{гр}}} + \frac{1}{L_3 / U_{\text{под}} + t_{\text{ман}}^{\text{пор}}} \right),$$

где $V_{\text{зам}}$ – объем перевозимой смеси; k_b – коэффициент использования времени смены; $t_{\text{зап}}$ – время заполнения барабана и водяного бака; L_3 – дальность перевозки смеси; $U_{\text{гр}}$ – средняя скорость груженого автобетоносмесителя (максимальная скорость, как правило, не превышает 60 км/ч); $t_{\text{выг}}$ – время выгрузки смеси; $t_{\text{ман}}^{\text{гр}}$ – время маневрирования при подаче под загрузку и выгрузке смеси; $U_{\text{пор}}$ – средняя скорость порожнего автобетоносмесителя; $t_{\text{ман}}^{\text{пор}}$ – время маневрирования после выгрузки.

Ориентировочно производительность лопастных смесителей с плоскими лопастями (при наименьшей затрате энергии на перемешивание) можно определить по формуле:

$$\Pi = 60 \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}; \quad \Pi = \left[60 \pi(D^2 - d^2) / 4 \right] \cdot bz \sin \alpha \cdot n k_3 k_b,$$

где D – диаметр окружности, описываемой концом лопасти, м; d – диаметр вала смесителя, м; b – длина дуги конца лопасти, м; z – число лопастей, приходящихся на один шаг винта (для двухвального смесителя – удваивается); α – угол между плоскостью лопасти и плоскостью, нормальной к оси вала смесителя; $\alpha = 10 \dots 45^\circ$; n – число оборотов вала смесителя, об/мин; k_3 – коэффициент заполнения корпуса смесителя, $k_3 = 0,55 \dots 0,6$; k_b – коэффициент возврата массы, $k_b = 0,85 \dots 0,9$.

Растворосмесители периодического действия применяют для приготовления цементных и известковых растворов путем принудительного механического перемешивания вяжущего, воды и песка в неподвижном барабане. Цементно-песчаные растворы применяются на заводах железобетонных изделий для получения сборных тонкостенных деталей методом проката на прокатных станах и формования в кассетных установках. Основным показателем растворосмесителей является емкость по загрузке их барабанов, т.е. суммарный объем сухих компонентов одного замеса до перемешивания.

Передвижные растворосмесители имеют барабаны емкостью по загрузке 80, 100, 150 и 325 л (по объему готового замеса соответственно 65, 80, 125, 250 л). Растворосмесители емкостью 150 и 325 л снабжены скиповыми подъемниками. Стационарные растворосмесители имеют барабаны емкостью по загрузке 750, 1000, 1500 л (по объему готового замеса 600, 800 и 1200 л).

Стационарный растворосмеситель периодического действия С-209 (рис. 10.12) состоит из рамы 1, открытого барабана 6, лопастного вала 7 и разгрузочного устройства. Барабан имеет цилиндрическую форму, изнутри он футерован стальными листами. На кронштейнах торцовых стенок барабана крепят подшипники 8 лопастного вала 7 и приводного вала. На лопастном валу, имеющем квадратное сечение, укреплены четыре кронштейна с двумя лопастями 4, изготовленными из полосовой стали и изогнутыми по винтовой линии, благодаря чему при вращении вала они не только перемешивают

материал, но и перемещают его к центру барабана. Лопастной вал вращается от электродвигателя 2 через клиноременную передачу 3, приводной вал и пару цилиндрических шестерен 5. Для снижения пускового момента и обеспечения плавного включения лопастного вала служит фрикционная муфта. Разгрузочное устройство представляет собой изогнутую по форме барабана крышку, прикрывающую люк.

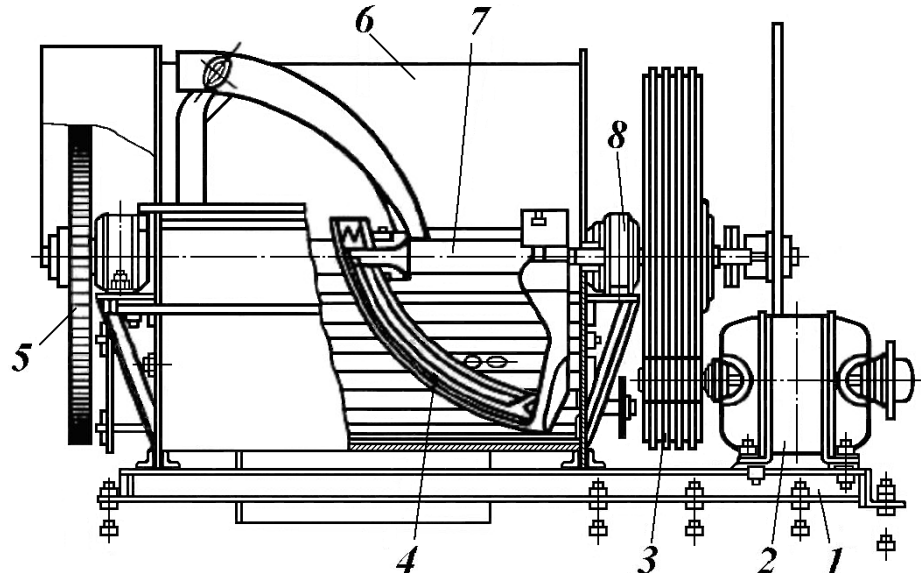


Рис. 10.12. Растворосмеситель периодического действия С-209

Система рычагов пневмоцилиндром прижимает крышку к люку и удерживает ее в таком положении при перемешивании материала или отодвигает ее при разгрузке. Растворная смесь при разгрузке направляется в люк вращающимися лопастями и по лотку поступает в транспортирующие устройства. Дозированный материал загружается в барабан сверху и увлажняется водой, поступающей по расположенной над растворосмесителем трубе, имеющей большое количество мелких отверстий. Емкость барабана по загрузке 1000 л, число оборотов лопастного вала в минуту 21,6. Производительность растворосмесителя 15 м³/ч. Аналогичное устройство и принцип действия имеет стационарный растворосмеситель СМ-290 с барабаном емкостью 1500 л.

Растворосмеситель непрерывного действия предназначен для приготовления строительных, цементных, известково-песчаных растворов и беспесчаного керамзитобетона. Растворосмеситель представляет собой одновальный лопастной смеситель, по конструкции и принципу действия имеющий много общего с двухвальными бетоносмесителями непрерывного действия. Перемешивание материала происходит в корытообразном корпусе при помощи вала с укрепленными на нем лопастями. Лопасты перемешивают материал и продвигают его от загрузочного отверстия в крышке корпуса к разгрузочному отверстию в днище корпуса. Угол поворота лопаток можно изменять, регулируя тем самым интенсивность и длительность перемешивания, а также производительность смесителя. Ориентировочно производительность лопастных смесителей с плоскими лопастями (при наименьшей затрате энергии на перемешивание) можно определить по формуле:

$$\Pi = 60 \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} bz \sin \alpha \cdot nk_3 k_B \text{ м}^3/\text{ч}$$

где D – диаметр окружности, описываемой концом лопасти, м; d – диаметр вала смесителя, м; b – длина дуги конца лопасти, м; z – число лопастей, приходящихся на один шаг винта (для двухвального смесителя – удваивается); α – угол между плоскостью лопасти и плоскостью, нормальной к оси вала смесителя; $\alpha = 10 \dots 45^\circ$; n – число оборотов вала смесителя, об/мин; k_3 – коэффициент заполнения корпуса смесителя, $k_3 = 0,55 \dots 0,6$; k_B – коэффициент возврата массы, $k_B = 0,85 \dots 0,9$.

10.3. Машины и оборудование для приготовления асфальтобетонных смесей

Асфальтобетон применяется, главным образом, для устройства твердого покрытия автомобильных дорог, пешеходных зон, взлетно-посадочных полос и рулежных дорожек аэродромов. Асфальтобетон – это аморфный материал из гомогенизированной смеси битума, нескольких фракций щебня, песка и минерального порошка. Каждый из компонентов играет определенную роль в придании асфальтобетону свойств, делающих его пригодным для устройства твердых покрытий. Битум (натуральный или модифицированный) в качестве органического вяжущего склеивает между собой твердые компоненты смеси и исключает их относительные перемещения. Его получают при перегонке нефтепродуктов, химическим синтезом или добывают из естественных залежей асфальта и битуминозных пород. Использование щебня разных размеров и песка сокращает объем пустот в теле асфальтобетона и повышает его механическую прочность. Минеральный порошок снижает текучесть битума и его расход. Порошок получают размолотом известняков, доломитов, доменных шлаков, а также битуминозных известняков. Тонкость помола порошков достигает 0,071 мм. В ряде случаев в качестве минеральных порошков применяют порошкообразные отходы промышленности, такие как пыль уноса цементных заводов, золы уноса и т.п.

В зависимости от размера каменных частиц различают смеси крупнозернистые, с размером зерен до 40 мм, среднезернистые – до 25 мм, мелкозернистые – до 15 мм и песчаные – до 5 мм. Наиболее прочными, износостойкими и дорогими являются щебенистые смеси, которые применяются для устройства твердых покрытий автомобильных дорог с высокой интенсивностью движения и взлетно-посадочных полос аэродромов.

Прочность и долговечность покрытий из гравийных смесей ниже, так как гладкая поверхность гравия уменьшает силы адгезии, удерживающие его частицы в асфальтобетоне. Наиболее дешевыми и наименее прочными являются песчаные смеси из природного песка, используемые для покрытия дорог с движением малой интенсивности, пешеходных зон и других мало или редко нагружаемых транспортных сооружений. Твердое покрытие автомобильной дороги для интенсивного движения устраивается из трех слоев: верхний слой, или слой износа, толщиной от 5 до 7 см, средний слой, или биндер, толщиной от 5 до 10 см и основание толщиной от 5 до 30 см. Толщина слоев зависит от типа используемой смеси и нагрузки, под которую

проектируется дорога. В ряде случаев поверхность асфальтобетонного покрытия дополнительно покрывают битумными эмульсиями, замедляющими его старение, повышающими водонепроницаемость и сцепные свойства. Сейчас все более широкое применение при ямочном ремонте асфальтобетонных покрытий находят жидкие асфальтобетонные смеси (или литой асфальт), приготавливаемые на основе специальных сортов битума. Они не требуют выравнивания и уплотнения после укладки, позволяют точно совместить поверхности старого и уложенного покрытий и быстро застывают, позволяя открыть движение через короткое время.

В зависимости от температуры, при которой изготавливается асфальтобетонная смесь, различают горячие, теплые и холодные сорта. Температура свежеприготовленной горячей смеси составляет $140\ldots 160^{\circ}\text{C}$, теплой смеси – $110\ldots 130^{\circ}\text{C}$, холодной смеси – $90\ldots 110^{\circ}\text{C}$. Температура укладки горячей смеси должна быть не ниже 120°C , теплой – не ниже 60°C , холодной – не ниже 10°C . Плотность асфальтобетона колеблется от 1600 до 2000 кг/м^3 .

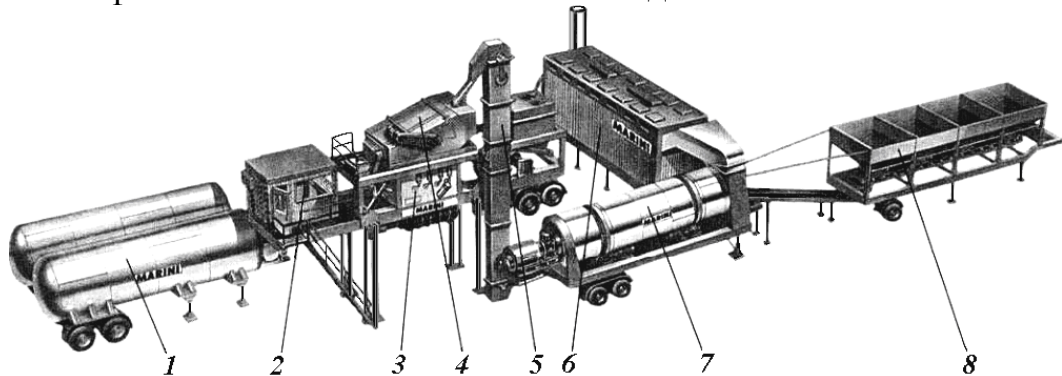


Рис. 10.13. Состав передвижного комплекта оборудования для приготовления асфальтобетонной смеси: 1 – битумохранилище; 2 – кабина управления; 3 – бункер готовой смеси; 4 – асфальтосмесительный агрегат; 5 – элеватор горячих материалов; 6 – сортировочный агрегат; 7 – сушильный агрегат; 8 – агрегат питания

Комплекты для приготовления асфальтобетонных смесей (рис. 10.13), состоят из отдельных автоматизированных агрегатов, осуществляющих одну или несколько операций технологического цикла приготовления смеси. Технология приготовления асфальтобетонной смеси предусматривает: нагрев битума, сушку и нагрев щебня и песка, сортировку нагретых щебня и песка на фракции по размеру зерен, дозировку битума, фракций щебня, песка и минерального порошка, перемешивание всех компонентов, хранение и отпуск готовой смеси. При использовании обводненного битума в этот перечень добавляется его обезвоживание перед нагревом. Асфальтосмесительные установки различают: по типу смесительного агрегата – на установки периодического и непрерывного действия; по компоновке – на установки партерные и башенные; по степени подвижности – на установки передвижные и стационарные.

Асфальтосмесительные установки периодического и непрерывного действия отличаются устройством и ритмом работы дозирующих и перемешивающих агрегатов. Агрегаты хранения и нагрева битума, хранения,

нагрева и сушки каменных материалов и обслуживающие их механизмы в обоих типах установок одинаковы и работают в непрерывном режиме.

В асфальтосмесительных установках партерного типа все агрегаты и вспомогательные механизмы расположены внизу. При этом компоненты смеси, проходя технологический цикл, несколько раз поднимаются от одного агрегата к другому, требуя затрат энергии на перемещения, а нагретые материалы остывают, ухудшая условия приготовления смеси. Однако партерная компоновка позволяет устанавливать агрегаты менее мощными грузоподъемными средствами, без устройства сложных фундаментов и в более короткие сроки.

В башенных установках сортирующий, дозирующий и смесительный агрегаты расположены один над другим на перекрытиях 3- или 4-этажной каркасной конструкции, по которой и получили свое название. Компоненты смеси поднимаются наверх башни к сортирующим агрегатам, откуда самотеком двигаются вниз, не требуя затрат энергии.

Асфальтосмесительные установки башенного типа занимают относительно небольшую площадь, но более сложны в обслуживании и ремонте, а при монтаже, демонтаже и замене агрегатов требуют применения высотных грузоподъемных механизмов большой грузоподъемности. Как правило, установки непрерывного действия komponуются по партерной схеме, а периодического – по башенной.

Стационарные асфальтосмесительные установки предназначены для оборудования постоянно действующих или редко перебазированных асфальтобетонных заводов, ориентированных на удовлетворение регулярного спроса на асфальтобетон, существующего в районе базирования. Агрегаты стационарных установок перевозятся трейлерами общего назначения и монтируются на фундаментах с помощью инвентарных и привлекаемых со стороны обычных грузоподъемных средств.

Передвижные асфальтосмесительные установки рассчитаны на неоднократную смену мест базирования, поэтому их агрегаты монтируются на прицепных и полуприцепных колесных шасси, приспособленных для быстрого разворачивания установки в рабочее положение и свертывания – в транспортное, и оборудованных для этого необходимыми грузоподъемными и монтажными приспособлениями.

Часовую производительность асфальтосмесительной установки периодического действия ($\Pi_{п.д}$) можно рассчитать по формуле:

$$\Pi_{п.д} = \frac{0,06Q_{зам}k_v}{t_{заг} + t'_{пер} + t_{выг}},$$

где $Q_{зам}$ – масса одного замеса; k_v – коэффициент использования времени смены; $t_{заг}$ – время загрузки смесителя компонентами смеси; $t'_{пер}$ – время перемешивания ($t'_{пер} = 0,0083...0,0208$ ч); $t_{выг}$ – время выгрузки готовой смеси.

Часовую производительность асфальтосмесительной установки непрерывного действия ($\Pi_{н.д}$) можно рассчитать по формуле:

$$\Pi_{\text{н.д}} = \frac{0,06 Q_{\text{см}} k_{\text{в}}}{t''_{\text{пер}}},$$

где $Q_{\text{см}}$ – масса смеси, помещающейся в смесителе; $k_{\text{в}}$ – коэффициент использования времени смены; $t''_{\text{пер}}$ – продолжительность перемешивания ($t''_{\text{пер}} = 0,025 \dots 0,05$ ч).

Технологический процесс приготовления асфальтобетонной смеси предусматривает существование трех синхронно действующих линий подготовки ее компонентов. Линия подготовки битума обеспечивает хранение его запаса, нагрев до состояния текучести, обезвоживание, нагрев до рабочей температуры и подачу на дозирование. Линия подготовки каменных материалов обеспечивает хранение запаса щебня и песка, предварительную дозировку их по фракциям, подачу для сушки и нагрева, сушку и нагрев, подачу горячих щебня и песка на сортировку и сортировку на фракции. Линия подготовки минерального порошка обеспечивает его хранение и подачу на дозирование. Все три линии подготовки заканчиваются у смесительного агрегата, дозирующего и перемешивающего компоненты и отгружающего готовую смесь.

Линия подготовки битума состоит из битумохранилища, нагревателей, перекачивающих насосов, битумоплавильни, трубопроводов, вентилей и кранов, теплоизолированных или с рубашками обогрева.

Битумохранилища бывают временными и стационарными, подразделяющимися на подземные, полуподземные и наземные. Открытые хранилища оборудуются навесами, предохраняющими битум от обводнения. При нормальной температуре битум обладает высокой вязкостью и способностью прилипать к любым посторонним предметам, что затрудняет отбор из хранилища части битумной массы и ее транспортировку. Эту проблему решают, доводя битум нагревом до жидкого состояния.

Существуют битумохранилища с общим и местным подогревом (рис. 10.14). В битумохранилищах с общим подогревом битум разогревается донными нагревателями и стекает в приямок, откуда откачивается шестеренными насосами. В битумохранилищах с местным подогревом битум нагревается нагревательными устройствами, опускающимися на поверхность битума, в окружающем их небольшом объеме, откуда и откачивается. Преимущества местного разогрева: отбор из хранилища чистого битума из верхних слоев (вода и другие примеси скапливаются на дне); экономичность и сокращение времени на запуск установки, так как разогревается только битум, прилегающий к нагревателю; простота обслуживания и ремонта нагревателей, которые в любой момент могут быть извлечены из битума.

Для нагрева битума используются перегретый пар, горячая вода, органические и синтетические теплоносители, газовые, инфракрасные и термоэлектрические нагреватели. Каждый из этих способов нагрева имеет преимущества и недостатки, и выбор одного из них должен опираться на анализ технико-экономических возможностей конкретного предприятия.

Обезвоживание и нагрев битума до рабочей температуры $150...180^{\circ}\text{C}$ производится в битумоплавильнях и нагревателях-циркуляторах. Битум нагревается до температуры испарения воды и в испарительных камерах освобождается от водяного пара, удаляемого из нагревателя. Обезвоженный битум нагревается до рабочей температуры, после чего часть его направляется в смесительный агрегат, а часть циркулирует внутри битумоплавильни, сохраняя свою температуру и помогая нагревать свежие порции битума. Излишки битума от дозатора смесительного агрегата по дренажному трубопроводу возвращаются в битумонагревательный агрегат. Циркуляцию битума по всем агрегатам линии его подготовки обеспечивают шестеренные насосы.

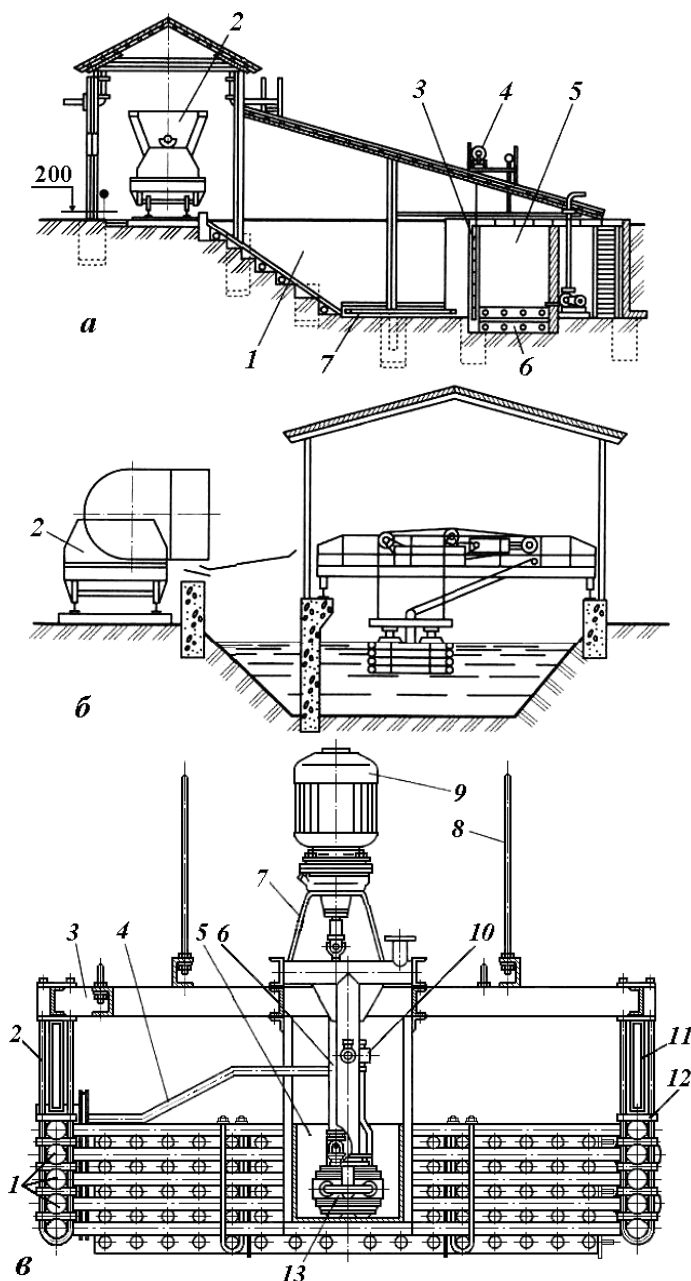


Рис. 10.14. Схемы битумохранилищ:

а – с общим подогревом; *б* – с местным подогревом; 1 – камера первичного подогрева; 2 – битумовозный полувагон; 3 – задвижка; 4 – лебедка; 5 – камера вторичного подогрева; 6, 7 – подогреватели; *в* – погружаемый нагревательно-перекачивающий агрегат для местного разогрева битума: 1 – трубчатые теплообменники; 2 –

хомут крепления теплообменного регистра к раме; 3 – рама; 4 – патрубок подвода теплоносителя к теплообменнику; 5 – короб-сборник разжиженного битума; 6 – привод насоса; 7 – монтажная опора электродвигателя;

8 – крюк для подъема агрегата; 9 – электродвигатель; 10 – отводящий патрубок; 11 – промежуточная опора; 12 – прокладка; 13 – битумный шестеренный насос

Линия подготовки каменных материалов состоит из агрегата питания, сушильного агрегата, многоковшового элеватора для горячих материалов и сортировочного устройства.

Агрегат питания включает в себя несколько секций, по одной для каждой фракции щебня или песка, и собирающего конвейера. Секции заполняются со склада холодных сыпучих материалов, подаваемых погрузочными машинами, или самотеком. Количество секций зависит от числа фракций каменных материалов, предусмотренных технологией приготовления асфальтобетонной смеси, и обычно колеблется в пределах от 3 до 6.

Секция состоит из расходного бункера с наклонными, сходящимися к низу стенками, вместимостью от 4 до 10 м³, оборудованного сводообрушителем и питателем. Сводообрушитель применяется для разрушения устойчивых статических сводов, часто прерывающих истечение сыпучих материалов из конических и пирамидальных бункеров. Сводообрушитель представляет собой вибратор, крепящийся к боковой стенке бункера и включаемый вручную или автоматически, по мере необходимости или через определенные промежутки времени.

Лотковые электровибрационные и ленточные питатели устанавливаются под выходным отверстием бункера и служат для предварительного дозирования материала, истекающего из бункера. Лотковые электровибрационные питатели представляют собой металлический лоток с прикрепленным к нему электромагнитным вибратором, наклонно подвешенным под выходным отверстием бункера. Благодаря наклону лоток при каждом импульсе вибратора перебрасывает находящийся на нем материал вперед к открытой кромке. При выключении вибратора лоток препятствует произвольному истечению материала из бункера. Производительность электромагнитного питателя регулируется частотой колебаний и углом наклона лотка.

Ленточные питатели представляют собой короткие ленточные конвейеры, установленные под выходным отверстием бункера. Дозируемый материал, толщина слоя которого на ленте регулируется шиберной заслонкой, транспортируется от выпускного отверстия к разгрузочному барабану питателя, освобождая место для новых поступлений.

Производительность ленточного питателя регулируется толщиной слоя материала на ленте и скоростью ленты. Из-за низкой износостойкости резиноканевых конвейерных лент ленточные питатели используются, главным образом, для дозирования песка и мелких фракций щебня.

Собирающий ленточный конвейер проходит подо всеми бункерами агрегата питания и подает каменные материалы от питателей к наклонному ленточному конвейеру, транспортирующему их в сушильный агрегат для полного удаления поверхностной и гигроскопической влаги из каменных

материалов и нагрева их до температуры приготовления смеси. Он состоит из сушильного барабана, топочного устройства и газоотводящей системы.

Сушильный барабан представляет собой стальной цилиндр, опирающийся бандажами на опорные ролики и установленный под углом $3...5^\circ$ к горизонту. От осевого смещения его удерживают упорные ролики, упирающиеся в торцевые поверхности бандажей, которые крепятся к цилиндрической стенке барабана на листовых рессорах, компенсирующих деформации нагреваемой стенки. Барабан вращается либо фрикционной передачей, ведущий шкив которой прижимается к одному из бандажей, либо зубчатой передачей, шестерня которой передает момент на зубчатое колесо, охватывающее барабан, непосредственно или через цепь.

Верхний конец барабана закрыт загрузочной коробкой, через которую в барабан загружаются каменные материалы и отводятся дымовые газы и пыль. Нижний конец барабана закрыт разгрузочной коробкой, в которую выгружается нагретый каменный материал и через торец которой в барабан поступают из топки раскаленные продукты сгорания.

Между вращающимися стенками барабана и загрузочной и разгрузочной коробками устроены лабиринтные уплотнения, не позволяющие газам из барабана прорываться в атмосферу. Сушка и нагрев материала происходит при его непосредственном контакте с горячими газами, за счет теплового излучения факела форсунки и в результате передачи тепла от более нагретых лопастей и стенки барабана.

К внутренней поверхности барабана прикреплены лопасти трех типов, перемешивающие материал и обеспечивающие его движение к разгрузочной коробке. У загрузочного конца установлены приемно-откидные лопасти, откидывающие каменный материал от загрузочного люка, в средней части барабана установлены подъемные лопасти, перемешивающие материал, чтобы обеспечить продолжительный контакт каждой частицы с раскаленными газами, в конце барабана установлены разгрузочные лопасти, эвакуирующие материал через разгрузочную коробку.

Топочное устройство сушильного агрегата предназначено для получения внутри сушильного барабана высокой температуры, необходимой для сушки и нагрева каменных материалов. В качестве топлива может применяться мазут, который необходимо предварительно нагреть до 95°C , или природный газ. Жидкое топливо совместно с атмосферным воздухом, нагнетаемым дутьевым насосом, подается в форсунку, где, распыляясь, образует топливо-воздушную смесь, попадающую в зажигательный конус. Здесь смесь при розжиге топki поджигается, после чего процесс горения стабилизируется. Процесс горения контролируется фотодиодом, и при исчезновении пламени подача топлива автоматически прекращается.

В зажигательном конусе формируется факел горящих газов, догорающий в топке, и в барабан попадает струя раскаленных продуктов сгорания. Чем большая часть тепла этой струи перейдет к каменным материалам, тем более эффективным и экономичным будет процесс их сушки и нагрева. Для уменьшения тепловых потерь и предохранения металлических корпусных деталей

от прогорания внутренние поверхности зажигательного конуса и топки футерованы листовым асбестом и поверх – огнеупорным кирпичом.

Борьба с пылью, образующейся при подготовке каменных материалов – одна из основных экологических проблем, сопровождающих работу асфальтосмесительных установок. Перемешивание нагретых каменных материалов в сушильном барабане сопровождается интенсивным образованием пыли, которая выносится из барабана потоком дымовых газов. Сортировка и дозирование щебня и песка также сопровождаются пылением.

Для предотвращения попадания пыли в атмосферу сортировочные и дозирующие установки закрываются кожухами, под которыми создается разрежение в 0,1... 0,15 бар. Из сушильного барабана дымовые газы и пыль отсасываются через загрузочный короб. Потоки газопылевой смеси направляются в пылеулавливающие устройства: сухой очистки – циклоны (рис. 10.15) и мокрой очистки – циклоны-промыватели и барботажно-вихревые установки.

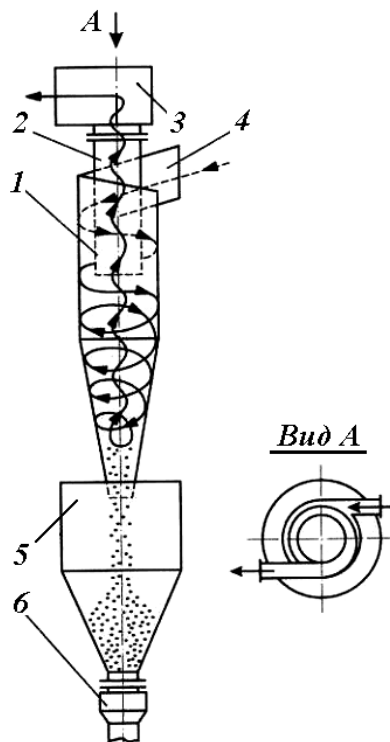


Рис. 10.15. Схема циклона сухой очистки:

1 – корпус; 2 – центральная труба; 3 – газовыводящая улитка; 4 – входной патрубок; 5 – приемный бункер; 6 – пылеотводящее устройство

Циклон представляет собой вертикальный полый цилиндр с коническим сужением внизу. По оси цилиндра проходит труба меньшего диаметра, с открытыми торцами, не достигающая до нижнего края циклона и проходящая насквозь его верхнюю глухую крышку. Пылегазовая смесь входит в циклон по касательной у его верхнего края со скоростью до 20 м/с и движется по спирали вниз. Пылевые частицы прижимаются центробежными силами к стенкам циклона, тормозятся о них и, отрываясь от потока газа, падают в пылесборник. Газ доходит до нижнего края центральной трубы и по ней отсасывается в атмосферу. Циклон осаждает до 98 % частиц пыли размером 10 мкм и более. Эффективность циклона возрастает с уменьшением его диаметра, но это

сопровождается падением его производительности из-за роста внутренних сопротивлений. Проблему решают, объединяя несколько небольших циклонов в батарее, обеспечивающие высокую степень очистки при высокой и регулируемой (отключением и подключением части циклонов) производительности.

Сухая очистка отходящих газов может производиться в рукавных фильтрах. Пыль задерживается специальной тканью рукавов, в которые подаются очищаемые газы. Воздух проходит через ткань наружу, а пыль остается в рукавах, которые регулярно встряхиваются специальным механизмом, и пыль, собравшаяся на их внутренней поверхности, осыпается вниз, откуда выносятся шнековыми конвейерами.

Частицы пыли размером менее 10 мкм осаждают мокрыми методами очистки. В циклонах-промывателях пыль сначала намокает при распылении воды в потоке газопылевой смеси, а затем осаждается центробежными силами на смоченные стенки корпуса циклона, откуда смывается в сборник. В барботажно-вихревых установках газопылевой поток проходит из входной камеры в выходную по расположенным под водой каналам. В них пыль намокает и оседает на дно ванны с водой, откуда убирается скребковым конвейером. При этом часть газов растворяется в воде, образуя серную кислоту, провоцирующую ускоренную коррозию металлических деталей. Во избежание этого внутренние детали установки покрываются кислотоустойчивой эмалью, а сам раствор раскисляют гашеной известью. Барботажно-вихревые установки осаждают до 90% частиц размером от 1 до 10 мкм и 99,5% частиц размером более 10 мкм. Проблема, возникающая при применении методов мокрой очистки, состоит в необходимости захоронения или утилизации шлама, представляющего экологически опасную субстанцию.

Многоковшовый элеватор горячих материалов транспортирует горячий щебень и песок от сушильного барабана к сортировочному агрегату. Элеватор установлен под углом 70... 90° к горизонту и закрыт сплошным теплоизолированным кожухом, из-под которого воздух отсасывается в пылеулавливающие устройства. Его металлические ковши крепятся к пластинчатой втулочно-роликовой цепи, обегаящей нижнюю натяжную и верхнюю ведущую звездочки. Цепь работает при высокой температуре в абразивной среде, поэтому требования к ее износоустойчивости весьма высоки.

Сортировочные устройства разделяют просушенные и нагретые каменные материалы на отдельные фракции. Благодаря предварительному дозированию объем каждой из фракций примерно соответствует рецептуре смеси, поэтому окончательная сортировка практически не создает проблемы хранения или возврата излишнего количества материала той или иной фракции.

Сортировочный агрегат состоит из многосекционного грохота и бункера-накопителя с отсеками по числу фракций каменных материалов. Как правило, в асфальтосмесительных установках используются плоские вибрационные или гирационные грохоты с тремя ситами, установленными по комбинированной схеме. Бункер-накопитель под такой грохот разделен на 4 секции: для песка, двух фракций щебня и негабаритных кусков.

Линия подготовки минерального порошка состоит из агрегата минерального порошка, включающего в себя один или несколько резервуаров для приема и хранения порошка, шнековые и многоковшовые элеваторы для его транспортировки, ссыпной лоток для распределения и компрессор для подачи сжатого воздуха при перекачке порошка.

В качестве резервуаров в стационарных агрегатах используются силосные башни с конической сужающейся нижней частью, в устье которой установлен затвор и шнековый конвейер, подающий порошок из силоса к вертикальному многоковшовому элеватору, ссыпавшему порошок в лоток. Из лотка порошок по необходимости либо возвращается в силос, либо шнековым конвейером транспортируется в дозатор смесительного агрегата.

Загрузка силоса производится через загрузочный трубопровод закачкой азрированного порошка из железнодорожных или автоцистерн в верхнюю часть силоса. Воздух, поступающий в силос вместе с порошком, очищается рукавным матерчатым фильтром, установленным в крышке силоса, и выбрасывается в атмосферу. Непрерывная циркуляция минерального порошка, а также азрирование порошка в устье силоса предотвращают его слеживание и сводообразование, способные нарушить работу всей установки.

В составе передвижных асфальтосмесительных установок в качестве агрегата минерального порошка используют полуприцепы-цистерны, в том числе и предназначенные для перевозки и хранения цемента. Цистерна устанавливается под углом 7° к горизонту и комплектуется компрессорно-вакуумным насосом. По дну цистерны проложено азрационное устройство, насыщающее порошок сжатым воздухом, благодаря чему он стекает к разгрузочному устройству, расположенному внизу заднего торца цистерны. В центре заднего торца цистерны вварен загрузочный патрубок, по которому азрированный порошок поступает извне в распределительную трубу, проложенную под сводом резервуара. При загрузке порошка в цистерне создается разрежение, при выгрузке – избыточное давление. Воздух из цистерны проходит двухступенчатую очистку до входа в насос, а воздух, подаваемый в цистерну, нагнетается насосом через влагомаслоотделитель.

Битум, щебень, песок и минеральный порошок, пройдя все стадии предварительной обработки и готовые для перемешивания, подаются в смесительный агрегат.

Смесительный агрегат состоит из весовых и объемных дозаторов и смесителя. Объемные дозаторы проще и надежнее весовых. Они обеспечивают точность дозирования не менее 5% по массе для каменных материалов и порошка и 1,5% по массе для битума. Весовые механизмы дозатора гораздо сложнее и обеспечивают точность дозирования до 3% по массе для каменных материалов и порошка и 1,5% по массе для битума. Смесители непрерывного действия комплектуются дозаторами непрерывного действия, а смесители периодического действия комплектуются порционными дозаторами.

Автоматические дозаторы битума непрерывного действия работают по принципу объемного дозирования и состоят из фильтра, дозирующего шестеренного насоса переменной производительности с приводом, поршневого

счетчика, битумных кранов, трубопроводов и распределительной трубы. Все узлы дозатора оборудованы теплообменными рубашками, по которым циркулирует теплоноситель, поддерживающий рабочую температуру битума. Дозатор очищает битум, отмеряет его объем, соответствующий рецептуре смеси и производительности смесителя, и через распределительную трубу распыляет по всей ширине смесителя.

Весовые порционные дозаторы битума состоят из мерной емкости, соединенной рычажно-весовым механизмом с циферблатным указателем, контролирующим массу битума в мерной емкости, автоматически прекращающим его подачу при достижении заданной величины и открывающим кран слива битума в смеситель. После опорожнения мерной емкости сливной кран закрывается, и цикл дозирования повторяется снова. В объемных порционных дозаторах битума поплавкового типа количество битума в мерной емкости контролируется поплавком, с которым соединен исполнительный механизм, включающий и выключающий краны заправочных и сливных магистралей.

В наиболее простом механизме (рис. 10.16) тросик через систему блоков соединяет поплавок с контргрузом,двигающимся в направляющей трубе и включающим и выключающим конечные выключатели, встроенные в цепь управления кранами. В объемных порционных дозаторах-расходомерах битум из нагревателя прокачивается через фильтр в расходомер и затем - в смеситель. При достижении заданного объема дозирования блок управления дозатором перекрывает подачу битума в смеситель и направляет его поток обратно в битумонагреватель.

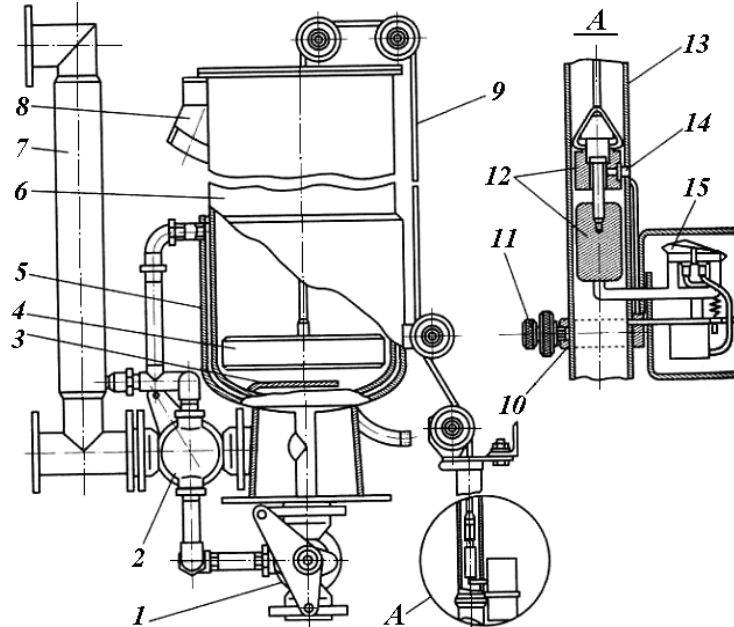


Рис. 10.16. Схема объемного дозатора битума:

1, 2 – сливной и наполнительный краны; 3 – отражатель; 4 – поплавок; 5 – теплообменная рубашка; 6 – мерный бачок; 7, 8 – наполнительный и сливной патрубки; 9 – канатик; 10 – кронштейн; 11 – винт-фиксатор конечного выключателя; 12 – контргрузы; 13 – шкала; 14 – подвижная стрелка, закрепленная на контргрузе; 15 – конечный выключатель

Для дозирования горячего песка и щебня в асфальтосмесительных установках непрерывного действия, как правило, применяются объемные дозаторы, а для минерального порошка – и объемные, и весовые. Из объемных

дозаторов наиболее распространены кареточные питатели, представляющие собой бункер, заполняющийся из бункера-накопителя сортировочного устройства. Вместо одной из боковых стенок у бункера дозатора есть разгрузочный люк, закрываемый секторным затвором и соединенный с загрузочным люком смесителя. Дно бункеру заменяет каретка на опорных роликах, совершающая независимо от бункера возвратно-поступательные движения благодаря приводу от эксцентрикового вала. При движении каретка стремится сбросить лежащий на ней материал в разгрузочный люк. Производительность дозатора зависит от количества материала, выгружаемого кареткой из бункера за двойной ход и регулируемого степенью открытия секторного затвора.

Весовой дозатор непрерывного дозирования минерального порошка – это короткий ленточный конвейер, одна из опор которого соединена с весами. Сигналы от весов поступают в блок управления, контролирующий и регулирующий массу порошка на ленте конвейера. Производительность дозатора определяется количеством порошка, подаваемого на ленту, и скоростью ленты.

Весовые порционные дозаторы используются для дозирования песка, щебня и минерального порошка в асфальтосмесительных установках периодического действия. Один из возможных вариантов конструкции весового порционного дозатора состоит из большего весового бункера для песка и щебня и меньшего весового бункера для минерального порошка. Каждый из бункеров связан через рычажный весовой механизм с циферблатным указателем, контролирующим массу фракций материала в бункере.

Весовой бункер каменных материалов заполняется из отсеков бункера сортировочного агрегата, с которыми он связан мягкими рукавами, предотвращающими пыление и просыпание материала. Затвор отсека бункера-накопителя автоматически открывается после закрытия затвора предыдущего отсека и закрывается, когда вес фракции материала в весовом бункере достигнет заданной величины. Минеральный порошок дозируется параллельно. После заполнения весовых бункеров всеми фракциями песка, щебня и минерального порошка затвор весового бункера открывается, и компоненты смеси загружаются в смеситель.

Смесители, используемые для приготовления асфальтобетонной смеси, относятся к двухвальным лопастным, периодического и непрерывного действия. При любом конструктивном исполнении асфальтобетонные смесители проектируются по единой схеме.

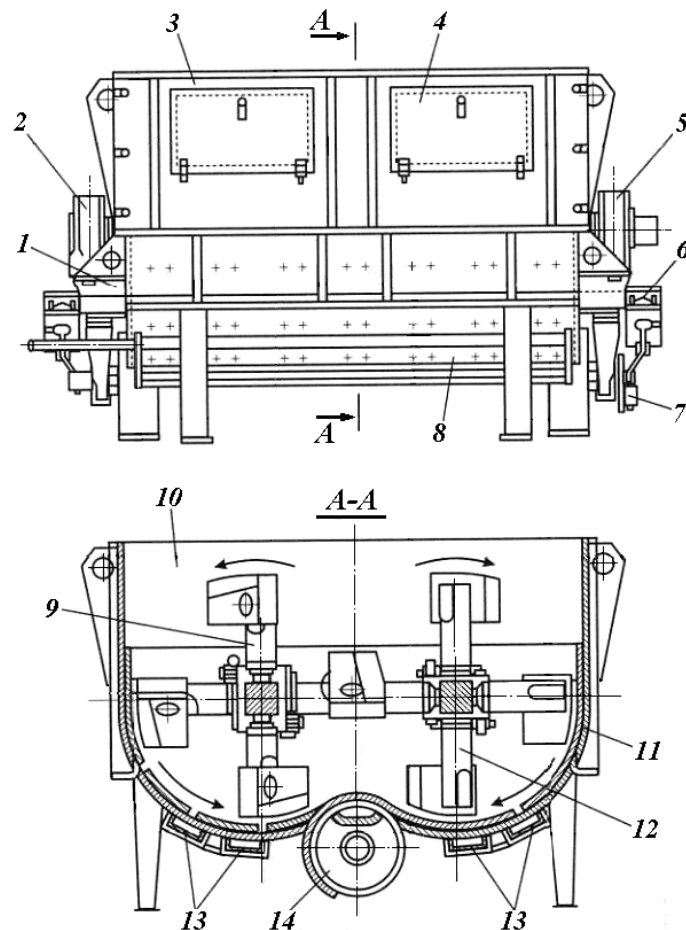


Рис. 10.17. Лопастной асфальтосмеситель периодического действия:

1 - рама; 2, 5 - корпуса подшипников; 3, 10 - соответственно боковая и торцевая стенки; 4 - крышка; 6 - пневмоцилиндр управления затвором; 7 - конечный выключатель; 8 - корпус; 9, 12 - лопастной вал; 11 - футеровка; 13 - теплообменные рубашки; 14 - секторный затвор

Двухвальный лопастной смеситель периодического действия (рис. 10.17)

состоит из корпуса с установленными в нем лопастными валами и охватывающей его горизонтальной прямоугольной рамы. С торцов корпуса на раме установлены опоры лопастных валов со сферическими подшипниками. Стенки корпуса начинаются на уровне осей валов, и их верхние кромки поднимаются над краями лопаток вращающихся валов. Днище смесителя, начинающееся ниже уровня осей валов, образовано двумя симметричными полуцилиндрами, сопряженными по образующей. Внутренняя поверхность корпуса футерована плитами из износостойкой марганцовистой стали или белого чугуна. Снаружи корпус окружен теплообменной рубашкой, в которую подается теплоноситель, поддерживающий температуру смеси. Готовая смесь выгружается через донный люк с секторным затвором, управляемым пневмоцилиндром. Лопастной вал представляет собой брус квадратного сечения, к которому крепятся лопасти, состоящие из кронштейнов с лопатками на концах. Лопасти крепятся к валу попарно, чтобы уравновешивать друг друга на большой скорости. Соседние по валу лопасти повернуты относительно друг друга на 90° , а лопатки повернуты под 45° к оси вала. Лопатки, как и футеровка корпуса, изготавливаются из легированных никелем или марганцем сталей или из белого чугуна. Под кронштейны лопастей на вал устанавливаются закладные

детали, меняя которые можно регулировать зазор между днищем и лопатками по мере их износа.

Рабочие поверхности лопаток одного вала образуют прерывистую винтовую линию, поэтому смешиваемый материал перемещается не только в плоскости вращения лопастей, но и вдоль оси смесителя. Меняя ориентацию лопаток, можно задавать поточно-контурную схему движения смеси (движение по периметру корпуса) или противоточную (движение от торцов корпуса к середине). Кроме того, смесь перемещается лопатками по днищу, подбрасывается вверх, образуя «кипящий слой», легко смачиваемый битумом, перебрасывается из одной половины смесителя в другую и обратно. Это интенсифицирует процесс перемешивания, улучшает качество смеси и повышает производительность смесителя. Привод смесителя осуществляется от электродвигателя или гидромотора через редуктор и зубчатую передачу между валами, которая обеспечивает синхронность и встречное направление вращения валов.

Смеситель непрерывного действия состоит из сварной рамы, на которой установлен корпус смесителя с двумя горизонтальными лопастными валами, их приводом и выгрузным бункером. Геометрия корпуса аналогична геометрии смесителей периодического действия, но сам корпус значительно длиннее, чтобы времени прохождения по нему смеси хватило для хорошего ее перемешивания.

Лопатки лопастей установлены так, чтобы смесь интенсивно двигалась в поперечной плоскости, переходя от одного вала к другому, и медленно смещалась в осевом направлении. Для увеличения времени перемешивания часть лопаток разворачивают на 180° , в результате чего они толкают смесь обратно к загрузочному люку и снижают скорость всего потока. Выгрузной бункер расположен в разгрузочном торце смесителя и конструктивно является его продолжением. При отсутствии транспортных средств затвор бункера закрыт, и смесь накапливается в нем. При открытом затворе смесь, не задерживаясь в бункере, выгружается в транспортные средства.

Бункера готовой смеси обеспечивают ритмичную работу асфальтосмесительной установки при отсутствии транспорта, при профилактических остановках оборудования и в 15... 20 раз сокращают время загрузки транспортных средств. Смесь подается в бункер скиповым подъемником с канатно-блочным приводом. Ковш подъемника опирается на ролики, перекачивающиеся по направляющим швеллерам, и в крайних положениях останавливается конечными выключателями.

В зависимости от количества сортов смеси, изготавливаемого на асфальтосмесительной установке, используют 1-, 2- или 3-секционные бункера готовой смеси. Каждая из секций имеет свой загрузочный люк, к которому смесь от скипового подъемника направляется перекидным лотком, и разгрузочный люк с завором. Термоизоляция смеси в бункере обеспечивается его двойными стенками с воздушным зазором между ними. Кроме того, к стенкам бункера крепятся трубчатые электронагреватели, что увеличивает время хранения смеси до 1,5... 2,5 ч.