

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ
БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

Кафедра мелиоративных и строительных машин

МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СОРТИРОВКИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНО-
ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Для студентов специальности 1-74 06 04 – техническое обеспечение
мелиоративных и водохозяйственных работ

Горки 2002

Одобрено методической комиссией факультета механизации сельского хозяйства
22.04.2002.

Составил В. А. ДРЕМУК.

УДК 621.928.028.7(072)

Машины и оборудование для сортировки строительных материалов: Методические указания к лабораторно-практическим занятиям /Белорусская государственная сельскохозяйственная академия; Сост. В. А. Д р е м у к. Горки, 2002, 32 с.

Приведены основные типы и конструктивные схемы машин и оборудования для сортировки строительных материалов. Даны методические указания по изучению конструкции, технической эксплуатации и технике безопасности при работе.

Таблиц 2. Рисунков 24. Библиогр. 6.

Рецензент канд. техн. наук, доцент М. П. ТРЕТЬЯК.

© Составление. В. А. Дремук, 2002
© Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2002

ВВЕДЕНИЕ

При производстве строительных материалов (песок, гравий, щебень и др.) исходное сырье в большинстве случаев представляет собой неоднородную по крупности смесь, содержащую различные примеси и включения. В процессе переработки сырья исходный материал иногда бывает необходимо разделить на отдельные сорта по крупности, а также удалить из него примеси и включения, снижающие его качество. Процесс разделения смеси на отдельные сорта по крупности называется *сортировкой*.

Сортировка может производиться механическим (грохочение), воздушным (сепарация), гидравлическим (классификация) и магнитным (сепарация) способами. Наиболее распространен механический способ сортировки, при котором разделение материала по крупности производится с помощью машин и устройств, снабженных разделительными просеивающими поверхностями (плоскими или криволинейными), – грохотов. Сыпучая смесь, поступающая на грохочение, называется исходным материалом. Зёрна материала, размер которых превышает размер отверстий поверхности грохочения, остаются на этой поверхности и называются надрешетным (верхним) классом; прошедшие через отверстия поверхности – подрешетным (нижним) классом. Надрешетный класс обозначается знаком «плюс», подрешетный – «минус».

Просеивающей поверхностью вибрационных грохотов является колосниковая решётка или сито, которые расположены в горизонтальной или наклонной плоскости и приводятся в колебательное движение. Благодаря колебательным движениям просеивающей поверхности материал, поступающий на неё, перемещается к разгрузочному концу грохота.

Просеивающие поверхности могут совершать круговые, эллиптические или криволинейные движения. Обычно для наклонных грохотов характерны все три вида движения, а для горизонтальных – прямолинейные, направленные под углом 35...45° к просеивающей поверхности.

При переработке строительных материалов, например нерудных, применяют следующие виды грохочения:

предварительное, при котором из исходной горной массы выделяется материал негабаритных размеров или материал, не требующий дробления в машинах первой стадии дробления;

промежуточное для выделения продукта, не требующего дробления в последней стадии;

контрольное, применяемое за последней стадией дробления для контроля крупности готового продукта и выделения отходов;

окончательное, или товарное, для разделения готового продукта на товарные фракции.

1. СПОСОБЫ СОРТИРОВКИ И ПРИМЕНЯЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Механическая сортировка (грохочение) – процесс разделения исходной массы по крупности на плоских или криволинейных просеивающих поверхностях – колосниковых решетках или ситах с отверстиями заданного размера, которые приводятся в движение приводом машины.

Машины и устройства механической сортировки классифицируются по следующим признакам:

по типу просеивающей поверхности – на колосниковые, решетчатые, ситные, струнные и валковые;

по форме просеивающей поверхности – на плоские и изогнутые;

по расположению просеивающей поверхности в пространстве – на горизонтальные, наклонные и вертикальные;

по характеру движения просеивающей поверхности – на неподвижные, качающиеся, вибрирующие и вращающиеся.

Колосниковые грохоты предназначены для грубого предварительного отделения крупных кусков перед дроблением и бывают неподвижные и подвижные. Просеивающая поверхность этих грохотов представляет собой набор колосников 1 (рис. 1), укрепленных на общей раме с помощью стяжных болтов 3 на некотором расстоянии друг

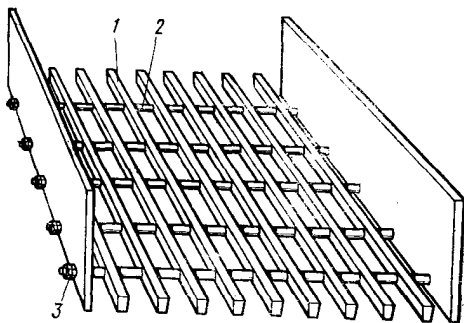


Рис. 1. Неподвижный колосниковый грохот.

от друга. Расстояние между колосниками регулируется с помощью распорных шайб 2. В неподвижных грохотах материал движется по просеивающей поверхности под действием силы тяжести кусков, для чего грохот устанавливается под углом, превышающим угол трения материала по сити. Подвижные колосниковые грохоты имеют приводы, сообщающие просеивающей поверхности качательное или вибрационное движение, что обеспечивает более интенсивный процесс грохочения. Такие грохоты используются для равномерной загрузки дробилок материалом.

Такие грохоты используются для равномерной загрузки дробилок материалом.

Барабанные грохоты по форме просеивающей поверхности бывают цилиндрическими, коническими, призматическими или пирами-

дальними. Барабаны малых грохотов изготавливаются с центральным валом, к которому на спицах крепят просеивающую поверхность. Тяжелые барабанные грохоты вращаются на бандажах, опирающихся на ролики. Привод барабанных грохотов состоит из электродвигателя и редуктора. Материал подается непрерывно внутрь барабана, за счет трения увлекается его внутренней поверхностью и по достижении высоты, соответствующей углу естественного откоса материала, скатывается вниз, просеиваясь сквозь отверстия в барабане. Продольное перемещение материала обеспечивается наклоном центральной оси барабана ($4...7^\circ$) и его вращением. Частота вращения барабанных грохотов ограничена величиной центробежных сил, прижимающих куски материала к просеивающей поверхности.

Преимуществами барабанных грохотов являются уравновешенность и тихходность, что позволяет устанавливать их на верхних этажах сортировочных заводов. К недостаткам относятся малая удельная производительность и низкая эффективность грохочения. Они громоздки и имеют большую массу. Изготовление и ремонт просеивающих поверхностей усложнено из-за изогнутой их формы.

Валковые грохоты (рис. 2) состоят из набора параллельных, расположенных на некотором расстоянии друг от друга валков 1, установленных на наклонной раме 2 и вращающихся в направлении движения материала.

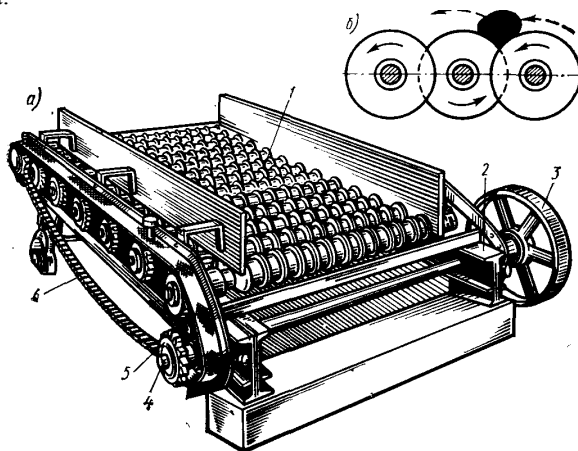


Рис. 2. Валковый грохот: а – общий вид; б – схема движения материала.

На валки насажены или отлиты заодно с ними круглые или фигурные диски. При сортировке каменных материалов применяются круг-

лые диски, причем каждый последующий валок с дисками должен вращаться быстрее предыдущего. Диски насажены на валок эксцентрично для разрыхления материала и его продвижения по грохоту. Привод грохота осуществляется от электродвигателя через ременную передачу, ведомый шкив 3 которой насажен на главный вал 4. От главного вала движение передается через звездочки 5 и цепную передачу 6 на каждый валок.

Валковые грохоты используются для предварительного крупного грохочения материалов повышенной абразивности и в качестве питателей дробящих и транспортирующих машин.

Наибольшее распространение в промышленности строительных материалов получили вибрационные грохоты с плоскими просеивающими поверхностями.

Воздушная сортировка (сепарация) представляет собой разделение материала по крупности частиц и их удельному весу за счет различной скорости осаждения в воздушном потоке под действием силы тяжести или центробежных сил и сил сопротивления среды. Воздушная сортировка производится в специальных устройствах и машинах – воздушных сепараторах, которые применяются для обеспечения работы помольных машин при производстве цемента, гипса, извести и других материалов (в замкнутом цикле) и при сочетании помола с сушкой. Работа воздушных сепараторов, как и грохотов, характеризуется эффективностью сортировки (67 ... 80%) и засоренностью фракций (60 ... 70%).

Гидравлическая сортировка (классификация) представляет собой разделение материала по крупности частиц, их удельному весу и различной смачиваемости в воде или других жидкостях за счет различной скорости их осаждения. Гидравлической классификации подвергается смесь, крупность частиц которой не превышает 5 мм (песок). Гидравлическая классификация осуществляется в специальных аппаратах-классификаторах.

По принципу действия они подразделяются на классификаторы свободного и стесненного падения, по характеру движения гидросмеси – на горизонтальные и вертикальные. Вертикальные классификаторы просты по конструкции, надежны в работе и при невысоких требованиях к точности классификации могут быть использованы для обогащения строительных песков. Горизонтальные классификаторы по характеру осаждения частиц в классификационных камерах подразделяются на две группы: со свободным и стесненным падением частиц.

Первая группа горизонтальных классификаторов, обычно камерных, представляет собой удлиненные желоба призматического или пирамидального сечения, разделенные по длине несколькими перегородками. В нижней части каждой камеры имеется сливное отверстие, прикрываемое электромагнитным клапаном. В классификатор посту-

пает сильно разжиженная пульпа, которая движется с малой скоростью. Благодаря этому происходит осаждение частиц: вначале более крупных, в конце – более мелких. Эффективность работы таких классификаторов низка, поэтому они применяются для классификации мелкого заполнителя, применяемого в низкомарочных бетонах.

Для более высокой точности разделения материала по фракциям используют классификаторы стесненного падения с восходящим потоком воды. Такие классификаторы имеют малые габариты, относительно высокую производительность при эффективности классификации 85...95 %.

Электромагнитная сортировка (сепарация) основана на различии воздействия магнитного поля на частицы, обладающие и не обладающие магнитными свойствами. Этот вид сортировки применяется для извлечения из потока материала металлических предметов, которые могут повредить дробильно-помольное оборудование, удаления металлосодержащих частиц, которые загрязняют нерудные ископаемые и снижают качество готового продукта. Для магнитной сепарации применяют электромагнитные сепараторы циклического и непрерывного действия, работающие в сухом и мокром процессах. Для повышения эффективности работы электромагнитных сепараторов используют индукционные датчики и усилительную аппаратуру.

2. ГРОХОТЫ С ПЛОСКИМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ

2.1. Конструкция просеивающих поверхностей

Просеивающие поверхности являются основным рабочим органом грохотов, от качества и конструкции которых зависят эффективность грохочения, производительность и бесперебойность работы машин. Просеивающие поверхности изготавливаются в виде сита – плетеной или сварной проволочной сетки, решета – стального листа со штампованными отверстиями и колосниковой решетки. Используются также резиновые штампованные или литые решета, а также сетки из резинового шнура (струнные сита). Достоинством струнных сит являются более высокие производительность и эффективность грохочения при сортировке материалов, склонных к налипанию, а также экономичность (долговечность) при сортировке абразивных материалов.

Проволочные сита (рис. 3) применяются для мелкого грохочения (1...50 мм) и должны отвечать следующим требованиям: «живое» сечение сита, т. е. отношение суммарной площади отверстий ко всей площади сита должно быть наибольшим; форма изгиба проволок не должна изменяться при грохочении, сито должно быть долговечным и не корродироваться. Проволочные сита различаются по способу пере-

плетения (рис. 3,а), форме ячеек (рис. 3,б), сечению проволоки (рис. 3,в) и её форме (рис. 3, в,г).

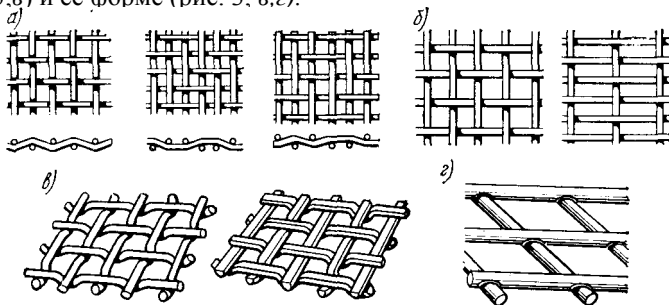


Рис. 3. Проволочные сита.

На рис. 3,г изображено проволочное сварное сито, изготавливаемое из стальных прутков диаметром 7 ... 8 мм и размером отверстий 60 ... 100 мм. Форма отверстий сит может быть квадратной или прямоугольной. При прямоугольных отверстиях производительность грохота выше, однако засоренность нижнего продукта лещадными зернами в этом случае значительно возрастает.

Проволочные сита имеют наибольшее живое сечение (до 70%), что особенно важно при мелком грохочении.

Срок службы сит существенно зависит от характера и надежности их крепления в коробе грохота. Сита, выполненные из проволоки диаметром до 5 мм, крепят при помощи поперечных и продольных растяжек (рис. 4, в, г).

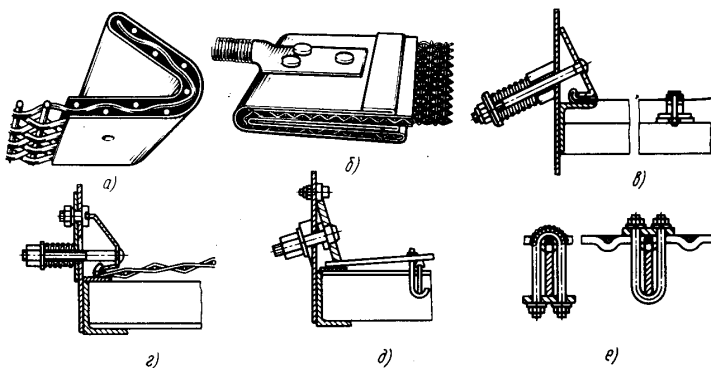


Рис. 4. Крепления сит.

Предварительно кромки сит отбортовывают листовой сталью (рис. 4, а, б). Сита из толстой проволоки и решетка крепят прижимами по краям (рис. 4, д) и в середине (рис. 4, е). Правильно закрепленное сито должно плотно прилегать к опорной рамке. Расстояние между опорами должно быть таким, чтобы сито не прогибалось под действием массы материала и не отставало от опор во время работы грохота. В промышленности строительных материалов применяют качающиеся и вибрационные грохоты с плоскими ситами (решетками).

Решета (рис. 5) применяются для крупного и среднего грохочения (диаметр отверстий 10 ... 80 мм). Отверстия в решетках могут быть круглой (рис. 5,а), квадратной (рис. 5,б) или прямоугольной (рис. 5,в) формы. От этого зависит величина живого сечения поверхности: при круглой – около 40%, при квадратной – около 60%, при прямоугольной – 70...80%.

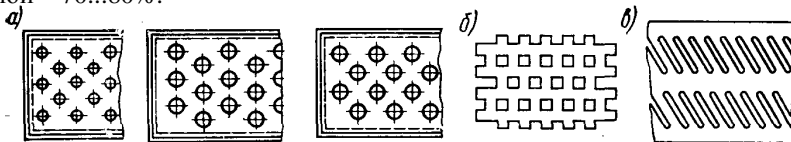


Рис. 5. Решета.

Колосниковые решетки (см. рис. 1) – колосники (металлические прокатные балки или рельсы) изготавливаются из износостойкой стали, отличающейся высоким ударным сопротивлением. В сечении колосники должны быть трапецеидальной или подобной ей формы, с тем чтобы щелевидные зазоры между колосниками расширились книзу и не забивались материалом. Применяются для предварительного грохочения крупнокусковой (до 1000 мм) смеси, а также для крупного грохочения с размером кусков 200...500 мм.

2.2. Конструкция грохотов

В качающихся грохотах (рис. 6, а) короб с ситами подвешивается на тягах и совершает колебательные движения с частотой $2...7 \text{ с}^{-1}$, которые ему сообщает шатунно-кривошипный механизм. Грохоты применяются для сортирования непрочных, сильнопылящих материалов.

Вибрационные грохоты – это машины, у которых привод сообщает просеивающим поверхностям и находящемуся на них материалу колебательное движение, что снижает силы трения между частицами, повышает их подвижность и способствует интенсивному просеиванию с высоким коэффициентом эффективности (до90%).

Вибрационные грохоты классифицируются по типу привода, виду колебаний рабочего органа и режиму работы. По типу привода вибрационные грохоты разделяются на грохоты (рис. 6, б) с принудительной кинема-

тикой от эксцентрикового привода – гиращонные и (рис. 6, з) с силовым возбуждением от вибратора – инерционные. В зависимости от режима работы грохоты бывают нерезонансного и резонансного действия. При резонансной настройке у грохотов с принудительной кинематикой значительно уменьшается мощность приводного двигателя, а у инерционных грохотов уменьшаются вынуждающая сила и мощность приводного электродвигателя.

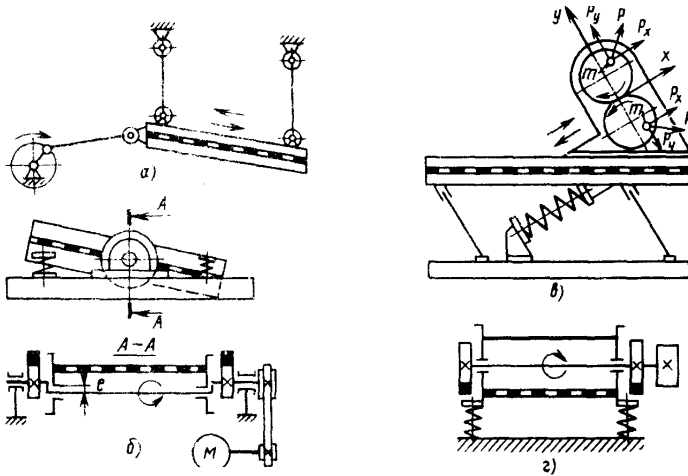


Рис. 6. Схемы грохотов: а – качающегося; б – гиращонного; в – с направленными колебаниями; з – вибрационного инерционного.

В зависимости от размеров и плотности сортируемых материалов различают легкие, средние и тяжелые виброгрохоты. Лёгкие грохоты применяют в основном в угольной промышленности. В промышленности строительных материалов для промежуточного и окончательного грохочения применяются виброгрохоты среднего и тяжелого типов. Наиболее распространены инерционные наклонные грохоты с круговыми колебаниями среднего (ГИС) и тяжелого (ГИТ) типа и инерционные горизонтальные грохоты с направленными колебаниями (ГСС).

В эксцентриковых грохотах короб с ситами совершает круговые колебания в вертикальной плоскости с радиусом, равным эксцентриситету e вала, установленного в коренных подшипниках, прикрепленных к раме. При этом сита остаются практически параллельными самим себе в течение всего оборота вала. Для разгрузки коренных подшипников от центробежной силы инерции, возникающей при враще-

нии короба, на валу устанавливают дебалансы. Эти грохоты применяют для сортировки крупнокусковых материалов. В последние годы их заменяют более простыми инерционными грохотами.

Гиационный грохот. На сварной раме 1 (рис. 7,а), выполненной из швеллеров, устанавливается на подшипниках 8 эксцентриковый вал 7. Два других подшипника этого вала закрепляются на боковых стенках подвижного короба 9. Короб имеет продольную стенку, поперечные связи 10 и заднюю стенку 11. Внутри корпуса располагаются в два яруса сита 5: верхнее – с крупными ячейками, нижнее – с мелкими. Короб в четырех точках устанавливается на раму через пружинные амортизаторы 4. Грохот может быть подвешен к несущим конструкциям здания 6 на тягах 3 или устанавливается на фундаменте на опорах (амортизаторах) 2 (рис. 7,б). Привод грохота осуществляется электродвигателем 12 через ременную передачу 13.

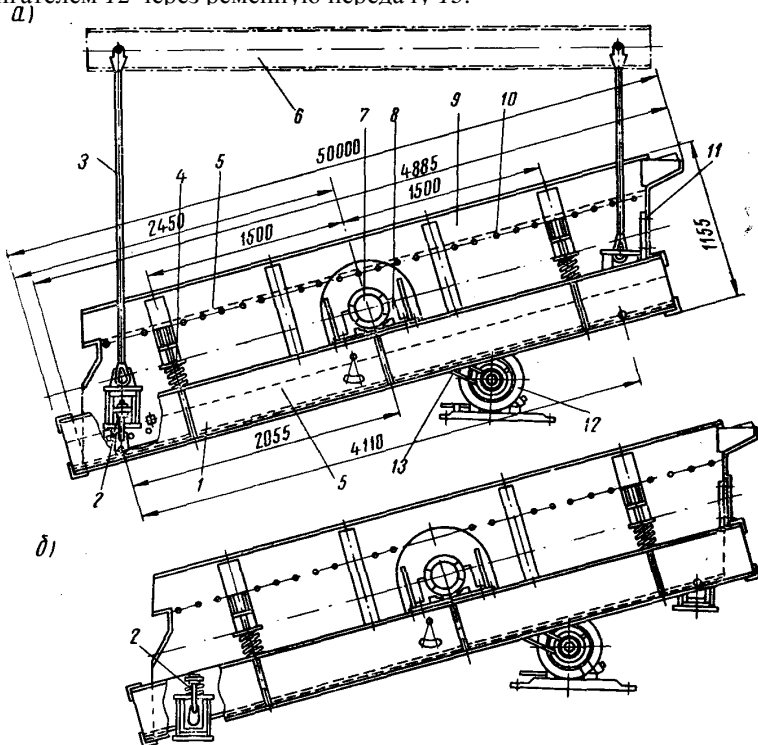


Рис. 7. Эксцентриковый (гиационный) грохот: а – установка грохота на тягах; б – установка грохота на амортизаторах.

Грохоты ГИС (рис. 8) предназначены для промежуточного, контрольного и окончательного грохочения. Грохот состоит из металлического корпуса 1, внутри которого расположены сита 5 и 6; вибровозбудителя, состоящего из вала 2 с дебалансами 3, расположенными симметрично на концах вала; привода, состоящего из электродвигателя 8 и клиноременной передачи 7 и пружинных амортизаторов 4, с помощью которых грохот устанавливается на фундамент или подвешивается к перекрытию здания. При вращении дебалансов возникают центробежные силы инерции, вызывающие круговые колебания корпуса. Под действием этих колебаний исходный материал, поступающий на верхний конец верхнего сита, начинает перемещаться вдоль сит к разгрузочному концу и одновременно просеивается через отверстия сит. Вал вибровозбудителя вращается в двух роликоподшипниках, корпуса которых крепятся к корпусу. Вал защищен от пыли и ударов кусков материала трубой. Сита к корпусу крепятся деревянными клиньями и растягиваются.

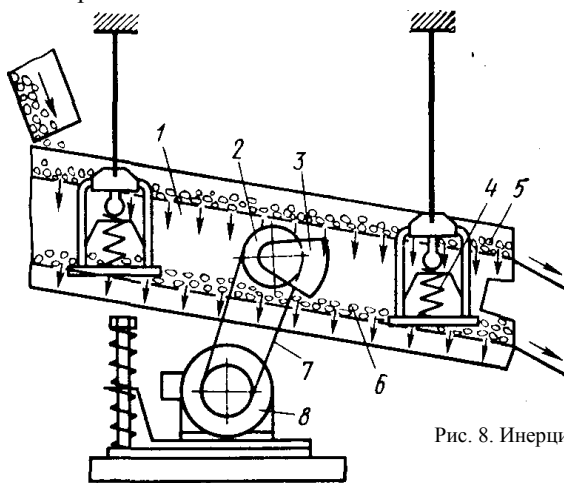


Рис. 8. Инерционный виброгрохот среднего типа (ГИС).

При работе грохота вал вибровозбудителя совершает вращательное (относительно собственной оси) и круговое (относительно оси, проходящей через центр тяжести грохота) движения. Так как положение центра тяжести может меняться в зависимости от массы материала, находящегося на ситах, то величина амплитуды колебаний у такого грохота непостоянна, т. е. вал совершает колебательное движение, что отрицательно сказывается на долговечности ременной передачи и электродвигателя. Для предотвращения интенсивного износа ремней и передачи колебаний на вал двигателя приводной шкив насажен на вал

вибратора с эксцентриситетом, равным амплитуде колебаний короба грохота в установившемся режиме. Поскольку амплитуда колебаний короба грохота зависит от величины нагрузки на сита, инерционные грохоты обладают способностью «самозащиты» от перегрузок: при увеличении нагрузки амплитуда колебаний автоматически уменьшается и нагрузка на подшипники практически остается постоянной. Это свойство позволяет использовать инерционные наклонные грохоты для рассеивания крупнокускового материала. С этой целью и созданы инерционные грохоты тяжелого типа, просеивающие поверхности которых представляют колосниковые решетки.

Грохот ГИТ (рис. 9) имеет футерованный короб 1, внутри которого размещены на разных уровнях колосниковые решетки 2. Короб установлен на опорных кронштейнах рамы с помощью пакетов винтовых пружин 3. Решетки устанавливаются под углом наклона $0...30^\circ$ к горизонту.

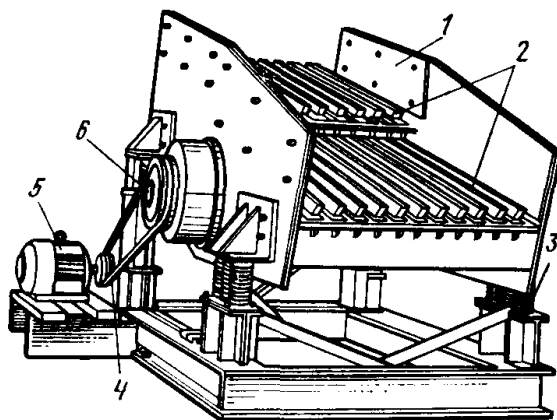


Рис. 9. Инерционный виброгрохот тяжелого типа (ГИТ).

Расстояние между колосниками составляет $70...200$ мм, причем просвет между ними по высоте в направлении от загрузки материала к выгрузке увеличивается для предотвращения забивки материалом. Вал вибровозбудителя 6 приводится во вращение от электродвигателя 5 через клиноременную передачу 4.

Самоцентрирующие грохоты. Конструкция короба, его установка, крепление сит этого грохота мало чем отличаются от инерционного грохота. Представляет интерес устройство вибрационного механизма (рис. 10).

На коробе грохота 2, который подвешивается на амортизаторах к опорной конструкции, смонтированы подшипники 4 в корпусах 5. В

подшипниках установлен прямой вал 3, защищенный кожухом 1. На концах вала эксцентрично посажены приводные шкивы 6 с автоматическими дебалансами 7, подвешенными на пружинах 8 к ступице шкива. Дебалансы вступают в работу лишь тогда, когда вал наберет рабочую скорость, т. е. неуравновешенная масса дебалансов создаст центробежную силу, способную растянуть пружины. В этот момент центры тяжести дебалансов располагаются на расчетных радиусах и будут создавать номинальную возмущающую силу. Такая система вибромеханизма облегчает переход через резонансные режимы при пуске и остановке машины.

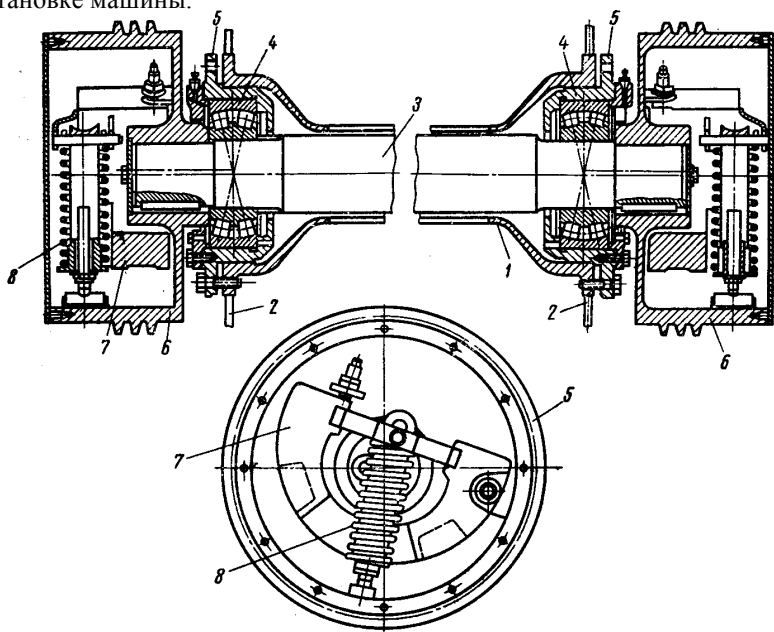


Рис. 10. Вал самоцентрирующегося грохота

Если центр тяжести короба с материалом будет совпадать с геометрической осью эксцентриковой части вала, то при соблюдении приведенного равенства общий центр тяжести системы расположится на оси вращения вала.

Самобалансные грохоты ГСС используются для окончательного грохочения нерудных строительных материалов. Такой грохот, как и предыдущие типы, состоит из короба 2 (рис. 11), вибровозбудителя 1 и упругих опор 3, с помощью которых грохот устанавливается на раме 4.

Основное отличие грохотов ГСС от предыдущих заключается в вибровозбудителе, обеспечивающем создание направленных колебаний.

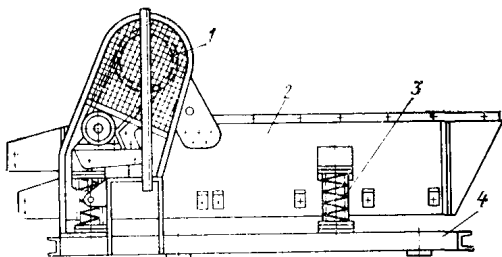


Рис. 11. Самобалансный грохот (ГСС).

Вибровозбудитель (рис. 12) состоит из корпуса 4, крепящегося к корпусу грохота. Внутри корпуса на роликоподшипниках установлены два дебалансных вала 3. Один из них получает вращение от электродвигателя через клиноременную передачу и шкив 1 и передает вращение второму валу через зубчатую передачу 2 с передаточным отношением, равным единице, что обеспечивает синхронное вращение дебалансных валов. При синхронном разностороннем (синфазном) вращении дебалансных валов горизонтальные составляющие возникающих центробежных сил будут взаимно гаситься, а вертикальные – складываться, передавая корпусу грохота направленные колебания.

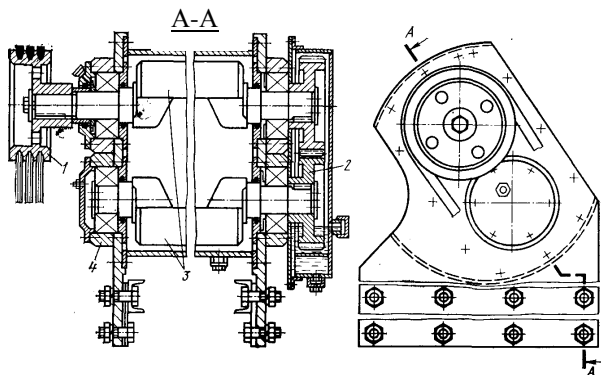


Рис. 12. Вибровозбудитель самобалансного грохота.

Просеивающие поверхности в таких грохотах устанавливаются горизонтально, что уменьшает их габариты по высоте. Вибровозбудитель устанавливается под углом $35...40^\circ$ к плоскости сита (линия, соединяющая центры дебалансных валов, расположена под углом $50...$

55° к горизонту). Грохоты ГСС устанавливаются обычно на передвижных дробильно-сортировочных установках, а также в местах, где высота ограничена.

При грохочении мелких материалов применяются также грохоты, у которых в качестве вибровозбудителя используются **электромагнитные вибраторы** (рис. 13). При пропускании электрического тока через катушку электромагнит 3 притягивает якорь 2, соединенный тягой 1 с планками, между которыми зажато сито 6. При движении вверх якорь ударяется об упоры, что вызывает резкий толчок, при этом подача тока в катушку прекращается и якорь с пружиной 5 отжимается вниз. Амплитуда колебаний изменяется путем изменения расстояния между упорами и якорем с помощью штурвала 4. При нормальной частоте электрического тока электромагнитный вибратор сообщает просеивающей поверхности 3000 кол/мин и амплитуду, равную приблизительно 0,3 мм. Преимуществами электромагнитных грохотов являются отсутствие вращающихся и трущихся частей, а также виброизоляция корпуса грохота; недостатком – неравномерное распределение амплитуды колебаний по поверхности сита: большая – в средней части и меньшая – по краям.

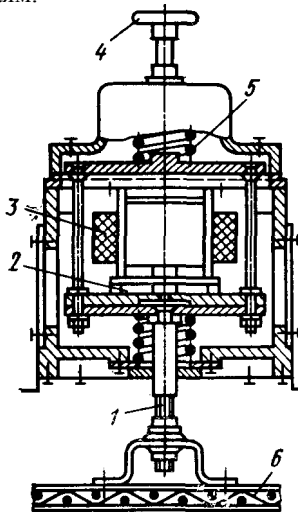


Рис. 13. Электромагнитный грохот.

Наиболее часто выходят из строя упругие опоры – спиральные пружины или пластинчатые рессоры. В целях повышения их долговечности применяют пневмобаллонные амортизаторы (рис. 14), представляющие собой резинокордные оболочки, внутри которых помещены камеры. С торцов пневмобаллон прикрыт металлическими крышками. Пневмобаллонные опоры позволяют значительно снизить резо-

нансные амплитуды и время перехода резонанса при пуске и остановке грохота за счет изменения давления внутри пневмобаллонной опоры. Одна и та же опора может быть использована для различных типоразмеров грохотов, они долговечны, удобны в обслуживании, способствуют снижению шума при работе грохота.

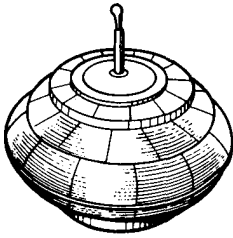


Рис. 14. Пневмобаллонный амортизатор грохота.

Для повышения производительности вибрационных грохотов рационально увеличивать площадь просеивающей поверхности. В этом случае применение ранее рассмотренных конструкций вибровозбудителей невозможно из-за возрастающей длины приводного вала, увеличивающей его прогиб, снижающей жесткость и уменьшающей частоту собственных колебаний вала. В этом случае на грохоты устанавливаются виброблоки (рис. 15,а), состоящие из короткого вала 1 с дебалансами 2 по концам. Вал установлен в цилиндрических подшипниках.

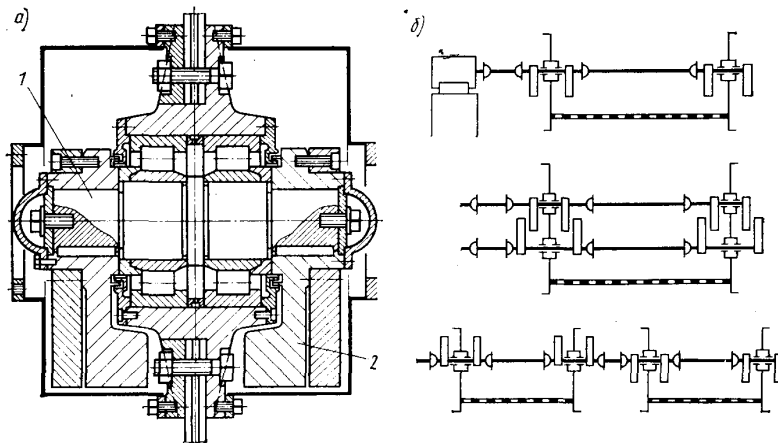


Рис. 15. Виброблок.

Схемы расположения виброблоков на грохотах приведены на рис. 15,б. С помощью виброблоков можно получать круговые и

направленные колебания. Устройство виброблока для получения направленных колебаний показано на рис. 16.

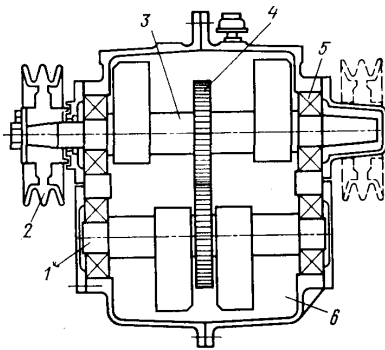


Рис. 16. Двухвальный виброблок: 1,3 – ведомый и ведущий вал с дебалансами; 2 – приводной шкив; 4 – зубчатая передача; 5 – подшипники; 6 – масляная ванна.

Достоинства виброблоков (по сравнению с обычными вибро-возбудителями) являются: повышенная долговечность подшипников, высокая собственная частота колебаний вала, возможность регулировки величины возмущающей силы путем замены дебалансов и различной схемы установки виброблоков, простота их обслуживания и замены.

Кроме виброблоков на грохотах в качестве вибровозбудителя устанавливаются мотор-вибраторы, крепящиеся непосредственно к корпусу грохота.

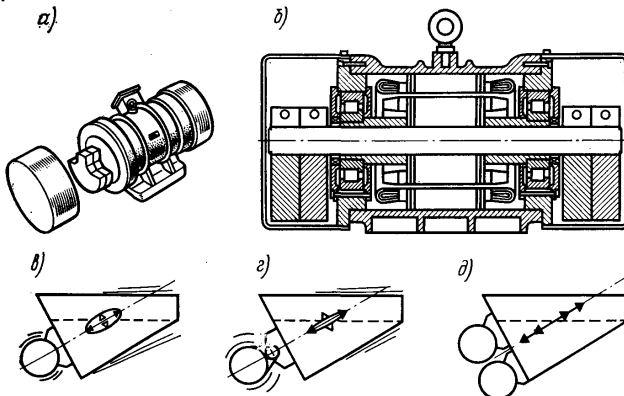


Рис. 17. Мотор-вибратор.

Мотор-вибратор (рис. 17,а, б) состоит из виброустойчивого двигателя, на концах вала которого имеются дебалансы. Вал установлен в

двухрядных сферических подшипниках. Охлаждение двигателя – принудительное, воздушное. Преимущества мотор-вибраторов те же, что и виброблоков, кроме того, они не имеют вращающихся частей, а их расположение на коробе грохота может быть произвольным. В зависимости от способа крепления мотор-вибратора к коробу могут быть получены круговые, эллиптические и направленные колебания (соответственно рис. 17, в, г, д). К недостаткам мотор-вибраторов относят их увеличенную массу и сложность конструкции. Применяются мотор-вибраторы для грохочения мелких смесей, а также для привода грохотов ГИТ, где необходимо лишь обеспечить перемещение кусков материала по поверхности колосников.

Техническая характеристика инерционных грохотов приведена в табл. 1.

Т а б л и ц а 1. Техническая характеристика инерционных грохотов

Показатели	С круговыми колебаниями				С направленными колебаниями	
Размер просеивающей поверхности, мм:						
ширина	1500	1500	1750	2000	1000	1250
длина	3000	3750	4500	5000	2500	3000
Число ярусов сит	1	2	2	2	2	2
Размеры ячеек сит, мм	50...250	3...70	3...70	3...70	3...40	3...40
Угол наклона просеивающих поверхностей, град	10...30	10...25	10...25	10...25	0	0
Наибольший размер загружаемых кусков, мм	1000	150	200	150	100	100
Частота колебаний, мин	800	960	900	900	750	750
Амплитуда колебаний, мм	3,5...4	4,0...4,2	4,2	4,2	9,5	9
Мощность электродвигателя, кВт	17	10	17	17	2,7×2	5,5
Масса, кг	5600	3300	3800	5650	1600	2200
Габаритные размеры, мм:						
длина	3050	4500	5080	5870	3200	3750
ширина	2200	2410	2440	2620	2000	1930
высота	1500	1300	1230	1390	1600	1500

3. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НЕМЕХАНИЧЕСКОЙ СОРТИРОВКИ МАТЕРИАЛОВ

3.1. Оборудование для воздушной сортировки материалов

Воздушная сепарация применяется для сортировки сухих порошковых материалов крупностью менее 1 мм, если ситовые грохоты становятся неэффективными. Этот способ сортировки основан на том, что частицы материала, находящиеся в воздушном потоке, при определенных условиях выпадают под действием сил тяжести, центробежных сил или при их совместном воздействии.

Воздушная сортировка производится в специальных аппаратах – сепараторах, которые по характеру сил, действующих на материал, подразделяются на гравитационные, центробежные и комбинированные; по направлению движения воздушного потока – на сепараторы с вертикальным, горизонтальным и спиральным движением; по конструкции – на проходные и циркуляционные, с вынесенным и встроенным вентилятором. В сепараторах с вертикальным направлением воздушного потока твердые частицы будут находиться под действием силы тяжести, силы трения о воздух, силы инерции (при неравномерном движении) и аэродинамической силы воздушного потока.

В промышленности строительных материалов преимущественное распространение получили проходные и циркуляционные сепараторы.

В проходном сепараторе (рис. 18) материал в виде аэросмеси подается со сжатым воздухом, который также используют для разделения смеси.

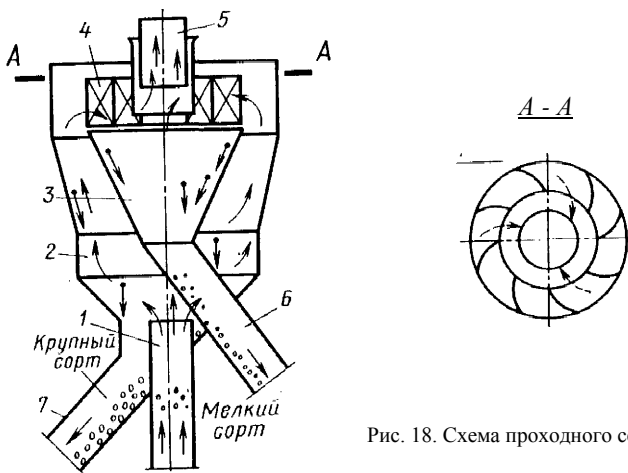


Рис. 18. Схема проходного сепаратора.

Воздух с исходным материалом поступает по патрубку 1 в корпус сепаратора 2. Из-за расширения канала, по которому движется смесь, скорость потока падает и крупные частицы выпадают из смеси под действием сил тяжести. Воздушный поток проходит по направляющим лопастям 4 во внутренний конус 3, где он закручивается и из него выпадают мелкие частицы в результате воздействия на них центробежных сил. Крупные частицы отводятся из сепаратора по патрубкам 7, мелкие – по трубе 6, воздух – по трубе 5.

Граница разделения регулируется дросселированием входящего потока или изменением угла поворота лопастей 4.

Недостатком сепараторов является повышенный расход сжатого воздуха. Такие сепараторы рационально применять в установках, где сжатый воздух используется для перемещения мелкосыпучих материалов.

На рис. 19 представлена схема циркуляционного воздушного сепаратора с разбрасывающим диском и крыльчаткой.

Такие схемы сепараторов более компактны и экономичны, поскольку в одном агрегате объединены источник движения воздуха (вентилятор), сепарирующие и осадительные устройства.

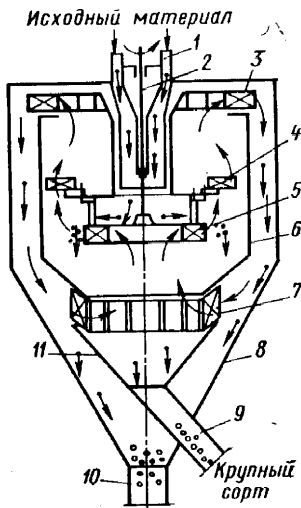


Рис. 19. Циркуляционный сепаратор.

Исходный материал поступает по патрубку 1 на вращающийся на валу 2 диск 5, с которого сбрасывается под действием центробежной силы. Крупные частицы падают под действием сил тяжести или отбрасываются центробежной силой к стенкам внутреннего корпуса 6, где

теряют скорость и также сползают вниз в воронку 11, образуя крупную фракцию, которая выводится из сепаратора по трубе 9.

Вентилятор 3 и крыльчатка 4, вращаемые вместе с диском 5, засасывают воздух из нижней зоны, который пересекает материал, сбрасываемый с диска, захватывает средние и мелкие частицы, выносит их в зону вращения крыльчатки 4. Здесь под действием центробежных сил вращающегося потока средние частицы отбрасываются к стенкам корпуса 6 и стекают вниз в крупный продукт. Мелкие частицы вместе с воздухом проходят через вентилятор 3 в пространство между наружным и внутренним корпусами, где воздух движется вниз по спирали. Окружная скорость потока воздуха в этой зоне максимальная, вследствие чего имеющиеся в нем мелкие частицы отбрасываются центробежной силой к стенкам корпуса 8, теряют скорость и стекают вниз по трубе 10, образуя мелкую фракцию. Воздух снова через жалюзи 7 поступает во внутренний кожух, захватывая случайно попавшие в крупный продукт мелкие частицы.

Граница разделения в рассмотренном сепараторе может регулироваться изменением радиуса расположения лопастей крыльчатки 4 и угла установки лопаток жалюзи 7.

При больших объемах сортируемого материала применяют сепараторы с внешним вентилятором и внешними осадительными аппаратами (рис. 20).

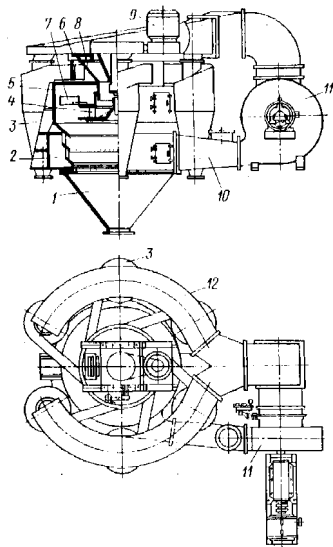


Рис. 20. Сепаратор с внешним вентилятором и внешними осадителями.

В сепараторе использована центробежная поперечно-поточная схема зоны осаждения. Вентилятор 11 подаёт воздух по трубе 10 и входной улитке 2 в корпус сепаратора 5. Материал поступает по патрубкам 8 на диск 4, вращаемый двигателем через редуктор 9, размещенный на крышке корпуса 6.

В зоне крыльчатки 7 крупные частицы центробежной силой отбрасываются к стенкам и стекают в приемник крупной фракции 1. Мелкие частицы выносятся воздухом во внешние циклоны 3, где они осаждаются. Очищенный воздух по коллектору 12 вновь поступает в вентилятор. Такая схема сепаратора выгодно отличается от ранее рассмотренных тем, что внешние осадители-циклоны могут быть приняты желаемых оптимальных размеров. Это позволяет повысить удельную нагрузку в камере сепаратора, умень-

шить ее размеры, а также повысить степень очистки газов в циклонах. При этом увеличивается КПД вентилятора и уменьшается износ его лопастей, так как он перекачивает более очищенный газ.

Техническая характеристика некоторых сепараторов дана в табл. 2.

Т а б л и ц а 2. Техническая характеристика сепараторов

Показатели	Проходного типа	Циркуляционного типа		С внешним вентилятором и выносными циклонами		
Диаметр, м	6,5	3,2	5,0	3,0	3,5	5,0
Производительность (по цементу), т/ч	65	15	40	70	90	170
Расход газа, м ³ /ч	365·10 ³	-	-	95·10 ³	120·10 ³	150·10 ⁸
Частота вращения ротора, об/мин	-	245	180	170...230	150...200	100...160
Установленная мощность, кВт	-	9,0	24,6	180	245	380
Масса, т	30,0	9,0	24,6	29,0	33,0	56,0

3.2. Оборудование для гидравлической классификации материалов

Прочность и долговечность бетонных изделий существенно зависит от оптимального зернового состава и чистоты заполнителей. Природные пески чаще всего неоднородны по составу, содержат посторонние примеси и поэтому не могут быть использованы в качестве заполнителя бетона без предварительного обогащения. Наибольший эффект дает гидравлическая классификация строительных песков, которые при этом не только разделяются на фракции, но и промываются в воде для удаления глинистых включений, т. е. происходит их обогащение. Процесс разделения минеральных зёрен в жидкости по скорости их падения называют гидравлической классификацией.

При гидравлической классификации скорость осаждения частиц зависит от формы, размера, плотности частиц, а также от свойств жидкости. Частицы исходной смеси, подвергаемой гидравлической классификации, находятся под действием гравитационных или центробежных сил, а также сил противодействия жидкой среды – сопротивления трения, зависящего от вязкости жидкости, и динамического сопротивления, определяемого скоростью движения частиц. Осуществляют гидравлическую классификацию в аппаратах, называемых классификаторами.

Крупность материала, подвергаемого гидравлической классификации, в основном не превышает 5,0 мм. Процесс классификации может происходить в вертикальных и горизонтальных струях воды.

По конструктивному исполнению и характеру движения гидросмеси гидравлические классификаторы разделяют на горизонтальные и вертикальные, а по принципу действия – на свободного и стесненного падения.

К группе классификаторов относят также спиральные и реечные классификаторы, в которых используется механическое воздействие рабочего органа на материал в процессе разделения его на фракции.

Особую подгруппу составляют центробежные классификаторы, в которых материал разделяется на фракции под действием различных центробежных сил, действующих на зерна разной крупности во вращательном потоке пульпы.

Наиболее распространенными гидравлическими классификаторами в настоящее время являются вертикальные, горизонтальные, стесненного падения с восходящим потоком воды, центробежные. Первые из них просты по конструкции, надежны в работе и при требованиях невысокой точности классификации могут быть использованы для обогащения строительных песков; вторые – компактны, с относительно большой производительностью, позволяют получать необходимое число фракций песка. Центробежные классификаторы используют для классификации смесей с крупностью частиц 0,01...0,5 мм, для которых разделение только под действием гравитационных сил становится неэффективным.

Вертикальный прямоточный классификатор (рис. 21) работает по следующей схеме.

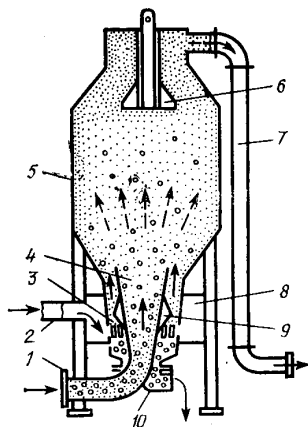


Рис. 21. Гидравлический прямоточный классификатор.

Водно-песчаная пульпа под давлением 0,3 МПа подается в классификатор через патрубок 1 и, проходя через диффузор 4, поступает в обогатительную камеру 5, площадь сечения которой превышает площадь верхнего сечения диффузора. При

этом скорость движения пульпы снижается настолько, что происходит выпадение наиболее крупных частиц, которые поступают в классификационную камеру 3. Мелкие частицы уносятся с водой по трубе 7. Для классификации осевших частиц смеси по граничному размеру в нижнюю часть классификационной камеры по трубе 2 подают чистую воду, часть которой, двигаясь вверх, через кольцевой коллектор 8 уносит мелкие частицы в обогатительную камеру. Остальная часть воды используется для гидротранспорта крупной фракции по трубе 10 на склад. Спиральные лопатки 9 придают восходящему потоку в классификационной камере винтовое (вращательное) движение, что облегчает отделение и осаждение крупной фракции. В осадительной камере установлен регулируемый по высоте отбойный щиток 6.

Горизонтальный классификатор стесненного падения с восходящим потоком воды (рис. 22) представляет собой классификационную камеру, в которую поступает пульпа. Для повышения интенсивности и точности классификации в камеру снизу подается вода, образующая восходящий поток. Вода, поднимаясь по камере, выносит более мелкие частицы из камеры, крупные частицы при этом осаждаются на дно классификационной камеры. Разгрузка песка из камеры производится автоматически при заданной плотности пульпы. Для повышения производительности горизонтальные классификаторы делают многокамерными. Качество готовой продукции достигается регулированием подачи дополнительного количества воды.

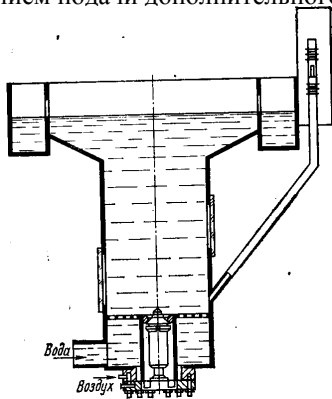


Рис. 22. Гидравлический горизонтальный классификатор.

Центробежные классификаторы бывают двух типов. *Центрифуги* – аппараты, в которых движение пульпы обеспечивается вращением движущихся рабочих поверхностей. В центрифугах происходит классификация мелкозернистых смесей (мел, глина). Основной недостаток центрифуг – интенсивный износ рабочих поверхностей – препятствует их широкому применению, *Гидроциклоны* – неподвижные аппараты, в

которых движение пульпы носит вращательный характер. Гидроциклон состоит из двух сварных или литых секций; нижняя 1 (рис. 23) имеет форму конуса, верхняя 2 – цилиндра.

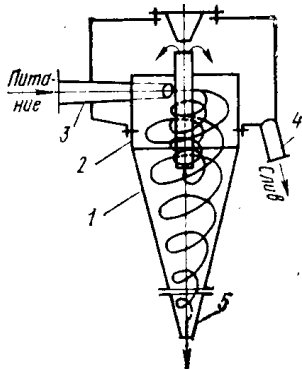


Рис. 23. Схема гидроциклона.

Пульпа подается в цилиндрическую секцию через патрубок 3 под давлением 0,1...0,3 МПа тангенциально к внутренней поверхности. В патрубке 3 имеется направляющая втулка с сужающимся каналом, что повышает скорость потока на входе до нескольких десятков метров в секунду. Благодаря этому возникает центробежное ускорение, значительно превышающее ускорение свободного падения. При движении пульпы в конусной части корпуса под действием центробежных сил она начинает разделяться на две части: более крупные частицы осаждаются и через насадку 5 разгружаются, более мелкие вместе с потоком воды через патрубок 4 выводятся наружу. Граница разделения материала регулируется давлением на выходном патрубке: чем выше давление, тем меньше граничный размер зерна осаждаемого материала. Корпус гидроциклонов для предотвращения износа футеруется резиной или каменным литьем.

3.3. Оборудование для магнитной сепарации материалов

Магнитная сепарация при переработке нерудных материалов носит вспомогательный характер и служит для защиты машин от попадания в них металлических предметов или выделения их из смеси. Работа магнитных сепараторов основана на взаимодействии магнитного поля с магнитно-активными материалами, вследствие чего последние притягиваются к магниту или отводятся в специальные ловушки. Наибольшее распространение получили подвесные электромагниты, электромагнитные шкивы, электромагнитные сепараторы барабанного типа.

Подвесные электромагниты (рис. 24,а) устанавливаются над конвейерной лентой на высоте 100 ...130мм. За счет электромагнитных сил они извлекают из слоя материала магнитно-активные предметы. Подвесной электромагнит состоит из сердечника 1, катушки 2 и полюсной скобы 3. Такие электромагниты ввиду недостаточной силы магнита не всегда могут удалить из смеси крупные металлические куски. Поэтому более прогрессивным решением является применение металлоискателей – индукционных катушек, охватывающих рабочую ветвь конвейера – в комплексе с механическими сбрасывающими устройствами.

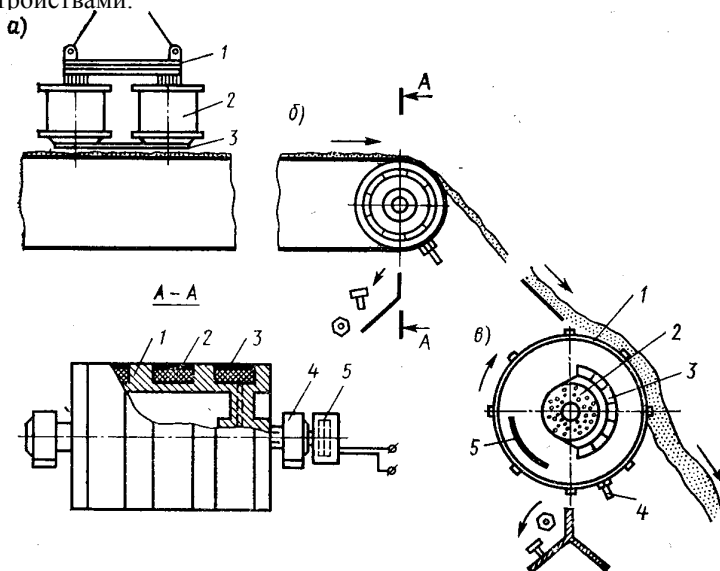


Рис. 24. Электромагнитные сепараторы.

Электромагнитный шкив (рис. 24,б), устанавливаемый вместо приводного барабана конвейера, состоит из вращающихся вместе с барабаном 1 электромагнитных катушек 2, защищенных латунными крышками 3. Электромагнитный шкив устанавливается на валу в подшипниках 4 и приводится в движение от зубчатого колеса (звездочки). К катушкам через контактные кольца 5 и каналы в валу подводится постоянный ток напряжением 110...220 В. При включении катушек в сеть возникает магнитное поле. Магнитно-активный материал притягивается к ленте и отводится в специальный бункер.

Электромагнитные барабаны (рис. 24,в) устанавливаются обычно в местах перегрузки материалов и служат для магнитной очистки порошкообразных материалов. Магнитная система, состоящая из катуш-

ки 2 и секторных полюсов 3, размещается внутри полого барабана 1, выполненного из немагнитных материалов (латунь, алюминий, пластмасса). Разноименные полюсы чередуются и образуют магнитное поле большой плотности в той части поверхности барабана, куда поступает материал с конвейера. Магнитно-активные предметы 4 притягиваются к барабану и при выходе из зоны действия магнита сбрасываются в специальный лоток. Для регулирования места разгрузки магнитная система может быть повернута на оси барабана. Для уменьшения плотности магнитного поля в зоне разгрузки устанавливается металлический шунт 5.

4. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СОРТИРОВОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ОХРАНА ТРУДА ПРИ РАБОТЕ НА СОРТИРОВОЧНЫХ МАШИНАХ

4.1 Эксплуатация машин для сортировки строительных материалов

Вибрационные нагрузки высокой динамичности, абразивность перерабатываемого материала, запыленность окружающей среды создают тяжелые условия работы сортировочных машин и, в частности, грохотов. Работоспособность и долговечность грохотов зависят от правильной их эксплуатации, систематического контроля состояния отдельных узлов и регулярного технического обслуживания; важным фактором является правильное натяжение сит или решет грохота. При недостаточном натяжении сит последние вступают в автоколебания, начинают «подхлестывать» материал и разбрасывать его. Это приводит к быстрому разрушению элементов сит из-за усталостных явлений и к снижению качеств сортировки.

Перед пуском грохота в работу нужно тщательно осмотреть сита, заменить изношенные или оборванные стержни и произвести их тщательное натяжение. Необходимо также осмотреть и подтянуть все крепежные детали, особенно крепежные детали подвесок, пружинных и других амортизаторов, проверить надежность крепления дебалансов, подшипников валов и др.

Подачу материала на сита производят только после того, как грохот наберет рабочую скорость движения.

Во время работы грохотов необходимо следить за равномерным поступлением материала на сита, не допуская его перегрузок. Переполнение сит материалом снижает эффективность сортировки и производительность, так как нарушаются динамические характеристики вибрационных систем грохота.

Под мелкие сита (с отверстиями менее 7×7 мм) для увеличения срока их службы рекомендуется подкладывать сита с более крупными ячейками.

После установки новых сит необходимо произвести регулировку вибрационных механизмов или механизмов уравнивания (в гирационных грохотах) с целью обеспечения правильных параметров колебаний (в виброгрохотах) и для уравнивания механизма (в гирационных грохотах).

Во время работы необходимо следить за нагревом подшипников, состоянием ременных передач и крепежом сит.

Смазка трущихся поверхностей и других механизмов должна производиться в соответствии с инструкцией по эксплуатации машины. При эксплуатации воздушных сепараторов и гидравлических классификаторов необходимо следить за давлением в питающих магистралях и аппаратах, а также за расходом рабочей среды (сжатого воздуха или воды).

Перед пуском в работу классификаторы должны пройти наладку, т.е. должны быть установлены такие режимы работы, которые обеспечили бы нужную точность разделения и заданные размеры граничных зерен. Это осуществляется регулированием расхода чистой воды и гидросмесей в гидроклассификаторах и регулированием давления воздуха, а также концентрацией твердых частиц в потоке (для воздушных сепараторов). Если необходимо увеличить размеры крупных фракций, следует повысить скорость восходящих потоков путем дополнительной подачи чистой воды или увеличения давления воздуха.

4.2. Охрана труда при эксплуатации сортировочных машин

При сортировке материалов выделяется большое количество пыли, и если не принимать специальных мер, создается угроза здоровью обслуживающего персонала.

Согласно нормам санитарной инспекции запыленность воздуха в рассматриваемых производственных помещениях не должна превышать 1...6 мг на 1 м³ воздуха. Поэтому грохоты должны быть закрыты герметичными кожухами и предусмотрена специальная система пылеотсоса. Если допустимо по технологическому процессу, то для уменьшения пылевыделения производится смачивание материала или над ситами устанавливаются специальные водораспылители.

Для снижения вибрационных нагрузок на несущие конструкции грохоты должны монтироваться на виброизолирующих устройствах: пружинных подвесках, тросовых тягах или резиновых прокладках. Рабочие площадки должны устанавливаться на дополнительных виброизоляторах.

Для снижения уровня шума в помещениях, где располагается дробильное и сортировочное оборудование, эти машины закрываются звукопоглощающими капотами, а ограждающие конструкции самих помещений выполняются из звукопоглощающих материалов (минеральной ваты, ячеистого бетона и т. п.). В ряде случаев для обслуживающего персонала устраиваются герметические, звукоизолирующие кабины.

Для грохотов должно применяться электрооборудование, изготовленное в пылезащитном (или влагозащитном) исполнении. В местах повышенной влажности напряжение приборов электроосвещения и управления не должно превышать 36 в.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сергеев В.П. Строительные машины и оборудование. – М.: Высш. шк., 1987. – 376 с.: ил.
2. Мартынов В. Д., Алешин Н.И., Морозов Б.П. Строительные машины и монтажное оборудование. М.: Машиностроение, 1990.– 352 с.: ил.
3. Бауман В.А., Клушанцев Б.В., Мартынов В.Д. Механическое оборудование предприятий строительных материалов и конструкций. М.: Машиностроение, 1981.– 324 с.: ил.
4. Дорожно-строительные машины и комплексы / Под общ. ред. В.И. Баловнева. – М.: Машиностроение, 1988.– 384 с.: ил.
5. Мартынов В.Д., Сергеев В.П. Строительные машины. – М.: Высш. шк., 1970. – 304 с.: ил.
6. Васильев А.А. Дорожные машины.– М.: Машиностроение, 1987.– 416 с.: ил.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Способы сортировки и применяемое оборудование	4
2. Грохоты с плоскими рабочими органами	7
2.1. Конструкция просеивающих поверхностей	7
2.2. Конструкция грохотов	9
3. Машины и оборудование для немеханической сортировки материалов	20
3.1. Оборудование для воздушной сортировки материалов	20
3.2. Оборудование для гидравлической классификации материалов.....	23
3.3. Оборудование для магнитной сепарации материалов	26
4. Эксплуатация сортировочного оборудования и охрана труда при работе на сортировочных машинах.....	28
4.1. Эксплуатация машин для сортировки строительных материалов.....	28
4.2. Охрана труда при эксплуатации сортировочных машин	29
Литература	30

Учебно-методическое издание

Владимир Алексеевич Дремук

**МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СОРТИРОВКИ
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Методические указания к лабораторно-практическим занятиям

Редактор Е.Г. Бутова
Техн. редактор Н.К. Шапрунова
Корректор А. М. Павлова

Подписано в печать 27.07.2002.
Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага для множительных аппаратов.
Печать ризографическая. Гарнитура "Таймс".
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,70.
Тираж 75 экз. Заказ . Цена 3020 руб.

Редакционно-издательский отдел БГСХА
213410, г. Горки Могилёвской области, ул. Студенческая, 2
Отпечатано на ризографе лаборатории множительных аппаратов
БГСХА, г. Горки, ул. Мичурина, 5