

Тема5.

1. Гравитационное обогащение

1.1. Общие принципы разделения частиц при гравитационном обогащении

Гравитационными процессами обогащения называются процессы, в которых разделение твёрдых частиц обусловлено различием в характере и скорости их движения в среде под действием силы тяжести и сил сопротивления.

К гравитационным технологическим процессам обогащения относятся: отсадка, концентрация на столах, обогащение на шлюзах, желобах, винтовых сепараторах, обогащение в тяжелых жидкостях и суспензиях, гравитационная классификация, сгущение пульпы и частично промывка руд. Разделение частиц при гравитационном обогащении обычно происходит в движущейся среде с достаточно большим содержанием твердого вещества.



<http://www.docstoc.com/docs/78738290/Gravity-Concentration-Technology>

В качестве среды гравитационного обогащения используют воду, воздух, тяжелые суспензии и жидкости.

В этих условиях на частицы действуют силы:

- силы тяжести;

- гидродинамические (подъемная сила и сила сопротивления при обтекании частиц жидкостью);
- возникающие при столкновении частиц и их трении;
- трения частиц о дно или стенки машины, в которой осуществляется обогащение.

Определяющей силой является гравитационная, хотя ее действие нельзя рассматривать изолированно от других указанных сил.

Гравитационная сила определяется массой тела и ускорением свободного падения. В гравитационной машине (аппарате) частицы топлива транспортируются вдоль нее водой, воздухом или с помощью вибраций поверхности, на которой производится обогащение, одновременно перемещаясь и вертикальном направлении под действием силы тяжести. Распределение частиц по высоте потока, определяющее их разделение, происходит в соответствии с их крупностью, плотностью и формой в результате совместного действия указанных сил. При одинаковой крупности и форме частиц, разделение происходит тем успешнее, чем больше разница в плотностях разделяемых минералов.

Можно выделить два вида разделения частиц - *гидравлическое и сегрегационное*.

Гидравлическим разделением называется разделение частиц, при котором силы взаимодействия между частицами малы по сравнению с гидродинамическими силами. Гидравлическое разделение происходит по законам свободного и стесненного осаждения частиц. При разделении более крупные частицы, имеющие большую скорость свободного падения, располагаются, как правило, ниже гидравлически менее крупных; в стесненных условиях при большой объемной концентрации частиц гидравлически мелкие частицы могут располагаться ниже крупных.

Гравитационные методы обогащения до сих пор не имеют единой общепризнанной теории, а теоретические представления носят характер гипотез. В теоретических исследованиях определились два направления – детерминистское и вероятностно-статистическое.

Детерминистское направление исследует закономерности движения в средах отдельных зерен в свободных или стесненных условиях. Детерминистское направление позволяет учесть влияние параметров зерна и среды на результат расслоения смеси зерен в обогатительном аппарате и количественно оценить влияние сил, вызывающих перемещение отдельной частицы, но оно не учитывает влияние случайных факторов и не раскрывает полностью сложного движения совокупности зерен в средах.

Вероятностно-статистическое направление включает исследование закономерностей случайных, стохастических, процессов движения совокупности зерен и среды. Движение отмеченной совокупности рассматривается как результат действия системы внутренних и внешних сил, проявление которых носит вероятностно-статистический характер.

Вероятностно-статистическое направление раскрывает закономерности движения совокупности зерен в средах и процесс формирования слоев, но не позволяет оценить влияние сил, вызывающих перемещение отдельной частицы.

[Кусков В.Б. Гравитационные методы обогащения скачать](#) (2869.5 kb.)

1.2. Классификация

Классификация – это процесс разделения в жидкости (или газе) смеси частиц на классы крупности по скоростям их падения в полях гравитационной (гравитационная классификация) или центробежной (центробежная классификация) силы.

В соответствии с используемой средой (вода или воздух) классификация может быть гидравлической и пневматической.

Классификацию применяют для разделения рудного материала на два или несколько классов крупности, для замыкания цикла измельчения, обесшламливания продуктов, сгущения (обезвоживания) продуктов обогащения. В практике обогащения используют главным образом гидроциклоны, спиральные классификаторы и многокамерные гидравлические классификаторы.

Обычно классификации подвергают продукт, содержащий частицы меньше 6 мм для руд и 13 мм для углей. Гидравлическая классификация применяется для разделения по граничной крупности 40 мкм и более.

Гидравлическая гравитационная классификация проводится в вертикальном или горизонтальном потоках жидкости. Принцип разделения частиц в классификаторах с вертикальным потоком состоит в транспортировании жидкостью, перемещающейся с некоторой скоростью, в верхнюю часть аппарата частиц, гидравлическая крупность (скорость падения) которых меньше скорости потока ($v_a > v_0$); при этом частицы, имеющие гидравлическую крупность больше, чем скорость потока ($v_a < v_0$), опускаются в нижнюю часть аппарата.

В классификаторах с горизонтальным потоком частицы большей гидравлической крупности оседают на дно и разгружаются тем или иным способом, а частицы меньшей гидравлической крупности не успевают осесть и выносятся потоком в слив через порог или специальное отверстие. По такому принципу работают механические классификаторы.

Применяют также комбинированные многокамерные гидравлические классификаторы, в которых разделение происходит с использованием обоих указанных принципов.

На процесс классификации оказывают влияние: *стесненность падения частиц, гранулометрический и денсиметрический состав питания, конструкция аппарата.*

Классификация применяется в основном для разделения по крупности, но этот процесс возможен лишь при разделении достаточно однородных смесей.

Гидравлическая классификация не является собственно обогащательным процессом и относится к подготовительным или вспомогательным. В качестве вспомогательной операции ее используют на всех обогащательных фабриках, применяющих измельчение руд.

При разделении на два продукта более крупный называют песковой фракцией (сокращенно –

пески), а более мелкий – сливом.

Все классификаторы можно разделить на гравитационные и центробежные. Вторым признаком для систематизации классификаторов служит способ разгрузки песков (слив всегда удаляется переливанием через сливной порог), разгрузка может быть механической или самотечной (см. таблицу).

Аппараты, в которых осуществляется *гидравлическая классификация*, называются классификаторами. В случае воздушной классификации аппараты называют *воздушными сепараторами*.

Классификаторы			Центробежные с разгрузкой песков	
Гравитационные с разгрузкой песков				
механической	самотечной		механической	самотечной
Механические (реечный, спиральный, чашевый и др.)	Однокамерные (конус)	Многокамерные (многокамерный гидравлический классификатор)	Центрифуги (шнековые осадительные)	Гидроциклоны, центрифуга с гидроциклонной разгрузкой

При гидравлической классификации разделение материала происходит в условиях свободного или стесненного движения; при пневматической классификации – в условиях свободного движения.

Механические классификаторы

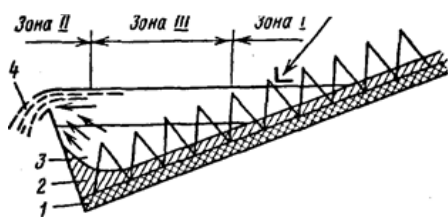
Механические классификаторы работают по принципу разделения исходного продукта в горизонтальном потоке на крупную фракцию – пески и мелкую – слив. Разгрузка песков осуществляется механическим способом.

В зависимости от конструкции разгрузочных устройств различают механические классификаторы: реечные, спиральные, чашевые, дражные и др. В связи с появлением более компактных и экономных центробежных классификаторов – гидроциклонов область применения механических классификаторов существенно уменьшилась. Из числа указанных конструкций механических классификаторов в практике обогащения в настоящее время применяются только спиральные классификаторы (рис.6).

Исходный материал подается в нижнюю треть ванны. Мелкие частицы (у которых скорость падения низкая) удаляются со сливом через порог. Крупные частицы (у которых скорость падения высокая) оседают на дно и спиралью транспортируются в

TalTach Virumaa

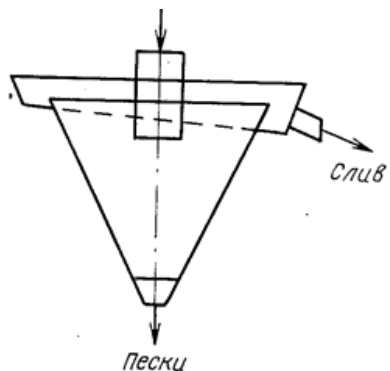
верхнюю часть ванны, где разгружаются через специальное отверстие. На дне аппарата образуется постель из осевших частиц, которая предохраняет ванну от износа.



1-постель; 2-пески; 3- расслаивающаяся взвесь; 4 – слив.

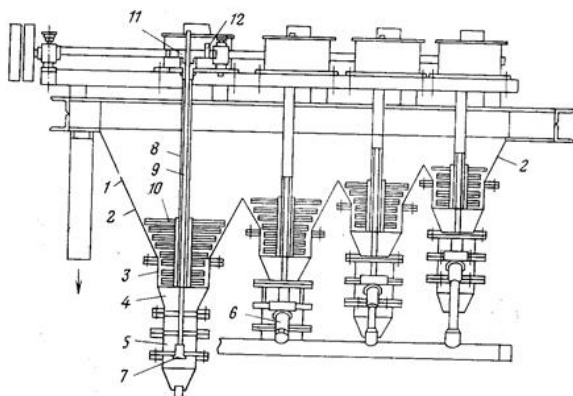
Спиральный классификатор состоит из наклонного корыта, в котором помещены один или два вращающихся вала с насаженными на них спиралями. Спирали изготовлены из стальных полос, образующих двухзаходную винтовую ленту.

Гидравлические классификаторы



Простейшими гидравлическими классификаторами с горизонтальным потоком пульпы являются классифицирующие конусы (рис.). На обогатительных фабриках их применяют во вспомогательных операциях – для отделения песков от шламов при низкой эффективности классификации или обезвоживании бесшламленного мелкозернистого материала, а также как буферной емкости. Разгрузка слива происходит самотеком через сливной порог, а разгрузка песков – непрерывная, через песковые насадки или с применением разного рода затворов периодического действия.

Многокамерные гидравлические классификаторы



Одно- и многокамерные гидравлические классификаторы с восходящим потоком воды имеют, как правило, непрерывную разгрузку песковых фракций.

Классификаторы, предназначенные для подготовки материала к гравитационному обогащению, обычно многокамерные. Зона разделения у них имеет значительную протяженность. Такие классификаторы

широко применяют для одновременного получения нескольких узких по крупности классов.

В многокамерных горизонтальных классификаторах (рис.8) материал разделяется в восходящем и горизонтальном потоке воды (комбинированный классификатор) на несколько продуктов (фракций).

1-чан; 2-карман; 3 и 5 –камеры; 4- конус ; 6-потрубок; 7-клапан; 8- полый вал; 9- шток; 10 –мешалка; 11- червячное колесо; 12 – кулачки.

Классификатор представляет собой горизонтальную ванну, ко дну которой последовательно присоединено несколько вертикально расположенных классифицирующих камер. Размеры камер увеличиваются от загрузки к разгрузке, и поэтому горизонтальная скорость потока пульпы уменьшается от загрузки к разгрузке. В нижней части каждой камеры имеются отверстия для выпуска (непрерывно или периодически) готового продукта и подачи дополнительной воды, создающей восходящий поток. В каждой камере устанавливается скорость восходящего потока воды, равная конечной скорости стесненного падения частиц расчетной крупности разделения.

Гидроциклоны

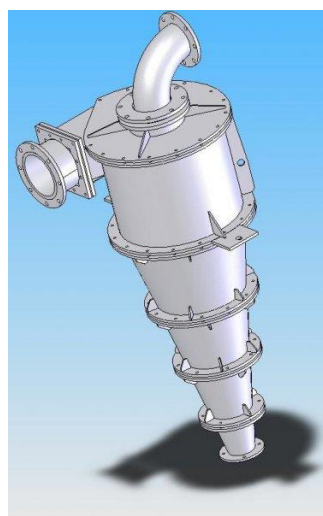
Гидроциклоны – аппараты для классификации тонко измельченных материалов по гидравлической крупности в центробежном поле, создаваемом в результате вращения пульпы. Применяются также для обогащения мелко- и среднезернистых руд в тяжелых суспензиях.

Исходная пульпа подается в гидроциклон под давлением через питающую насадку, установленную тангенциально непосредственно под крышкой аппарата. Пески разгружаются через песковую насадку, а слив – через сливной патрубок, расположенный в центре крышки и соединенный со сливной трубой непосредственно или через сливную коробку. Движущихся деталей в гидроциклоне нет.

Главной действующей в гидроциклоне силой является центробежная сила инерции, возникающая при вращении пульпы благодаря тангенциальной подаче питания и осевой разгрузке продукта. Под действием центробежной силы более крупные и более тяжелые частицы твердого отбрасываются к стенке корпуса гидроциклона и затем, двигаясь с «внешним» вихрем, разгружаются через песковую насадку. Более тонкие и легкие частицы вытесняются к центру гидроциклона и «внутренним» вихрем выносятся в слив.

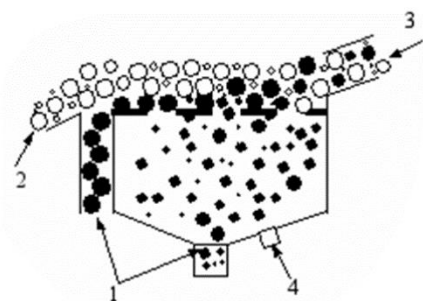
Разгрузочное отношение d_n/d_c (отношение диаметра песковой насадки к диаметру сливного патрубка) является основным фактором, определяющим показатели работы гидроциклона при обработке рядовых пульп обогатительных фабрик. С увеличением разгрузочного отношения повышается выход песков, понижается их крупность и содержание твердого, соответственно этому уменьшается крупность слива и его выход. Эффективность классификации достигает максимума при оптимальном разгрузочном отношении.

Для борьбы с износом применяют футеровку корпуса и съемные детали из износостойких материалов. К таким материалам относятся: легированные чугуны, резина, каменное литье, полиуретан, фарфор, керамика, твердые сплавы.



Для

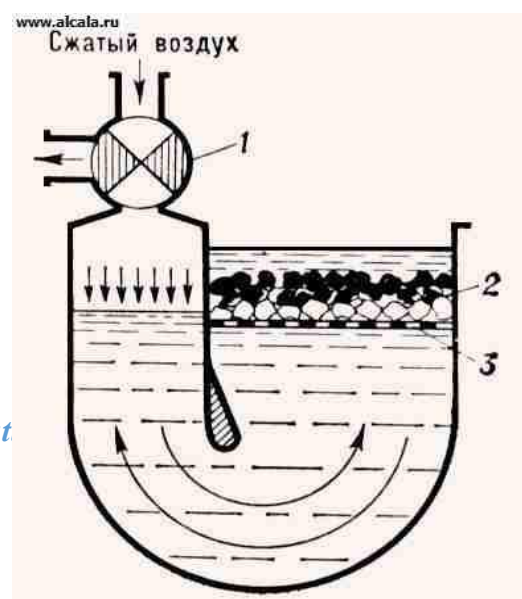
Отсадка



Принцип действия отсадки. 1 и 2 – соответственно тяжёлая и лёгкая фракции; 3- исходное питание; 4- подрешётная вода.

Отсадкой называется процесс разделения минеральных частиц по плотности в водной или воздушной среде, пульсирующей относительно смеси в вертикальном направлении. Отсадка – самый распространенный процесс гравитационного обогащения. можно обогащать материалы 0,1 до 400 мм. Отсадка при обогащении углей, сланцев, железных, марганцевых,

воздушной среде, пульсирующей относительно смеси в вертикальном направлении. Отсадка – самый распространенный процесс гравитационного обогащения. можно обогащать материалы 0,1 до 400 мм. Отсадка при обогащении углей, сланцев, железных, марганцевых,



разделяемой направлении.

Этим методом крупностью от применяется окисленных хромитовых,

касситеритовых, вольфрамитовых, а также золотосодержащих руд. Преимущества отсадки следующие: универсальность, простота технологической схемы (по сравнению с тяжелосредной сепарацией), высокая производительность (до 600 т/ч), высокая технологическая эффективность (уступает только тяжелосредной сепарации), экономичность.

(рис.1) материал, помещенный на решетке отсадочной машины, периодически разрыхляется и уплотняется. При этом зерна обогащаемого материала под влиянием сил, действующих в пульсирующем потоке, перераспределяются таким образом, что в нижней части постели концентрируются частицы максимальной плотности, а в верхней – минимальной (размеры и форма частиц также оказывают влияние на процесс расслоения).

Распределение зерен по плотности обусловлено действием в основном гравитационной силы. Наличие случайных факторов в формировании сил, действующих на отдельную частицу, препятствует точному разделению обогащаемого материала по плотности. Поэтому распределение частиц различной плотности по слоям постели отсадочной машины имеет вероятностный характер и подчиняется статистическим закономерностям.

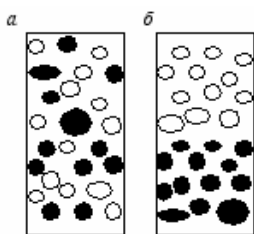
1.2. Сегрегационное разделение

Сегрегационным (сегрегацией) называется разделение частиц в условиях, при которых силы взаимодействия между частицами преобладают над гидродинамическими. Сегрегация может происходить под влиянием возмущающих сил переменного направления, возникающих при колебаниях среды, в которой производится обогащение (отсадочные машины), или при колебаниях рабочей поверхности аппарата (концентрационные столы, вибрационные шлюзы).

Экспериментально установлено, что

- ✓ *при сегрегации частиц одинаковой плотности мелкие частицы располагаются ниже крупных;*
- ✓ *при сегрегации частиц различной плотности в нижнем слое располагаются мелкие тяжелые частицы, над ними слой крупных тяжелых частиц с мелкими легкими, в верхнем слое -- крупные легкие частицы.*

Скорость расслаивания при сегрегации увеличивается с повышением крупности и разности в плотностях разделяемых частиц, интенсивности вибраций и уменьшением толщины слоя. Она зависит также от формы частиц. Наблюдаемое при сегрегации всплывание крупных тел в колеблющейся среде, составленной из мелких частиц, объясняется тем, что сила сопротивления при движении крупных частиц вверх меньше, чем при движении их вниз.



Энергетическая теория разделения частиц основана на том, что при разделении в любой гравитационной машине взвесь частиц в жидкости (газе) приближенно можно рассматривать как механическую систему тел, находящуюся в поле силы тяжести в неустойчивом равновесии (рис.а). Такая система обладает потенциальной энергией и стремится занять положение устойчивого равновесия, достигаемое при условии минимальности ее потенциальной энергии. Этому условию отвечает

разделение взвеси на слои, в нижних из которых сосредотачиваются преимущественно частицы большей плотности, а в верхних – меньшей (рис.б). Как правило, разделение взвесей происходит с уменьшением потенциальной энергии системы. (Однако в условиях сегрегации возможны случаи, когда «всплывание» крупных частиц в слое мелких происходит при увеличении потенциальной энергии системы.)

Сегрегация имеет значение для тех гравитационных процессов, при которых объемное содержание твердого в пульпе достаточно велико (40--50 %). К таким процессам относятся, например, отсадка, концентрация на столах в суживающихся желобах. для промывки и обогащения в тяжелых суспензиях (за исключением обогащения на виброжелобах) сегрегация не имеет существенного значения. При гравитационном обогащении часто в одной машине сочетаются оба процесса гидравлическое разделение и сегрегация.

3. Обогащение в тяжелых суспензиях

Обогащение полезных ископаемых в тяжелых средах основано на разделении минеральной смеси по плотности. Процесс происходит в соответствии с законом Архимеда в средах с промежуточной плотностью, между плотностью удельно-легкого и удельно-тяжелого минерала. Удельно-легкие минералы всплывают, а удельно-тяжелые погружаются на дно аппарата. Обогащение в тяжелых средах широко применяется в качестве основного процесса для обогащения углей трудной и средней категорий обогатимости, а также сланцев, хромитовых, марганцевых и других руд.

Эффективность разделения в тяжелых средах выше эффективности обогащения на отсадочных машинах (это самый эффективный гравитационный процесс).

В качестве тяжелых сред можно применять тяжелые жидкости и тяжелые суспензии. Между ними есть одно принципиальное различие. Тяжелая жидкость однородна (однофазна), тяжелая суспензия неоднородна (состоит из воды и взвешенных в ней частиц – утяжелителя). Поэтому обогащение в тяжелой жидкости в принципе приемлемо для частиц любой крупности.

Тяжелую суспензию можно считать псевдожидкостью с определенной плотностью лишь для достаточно больших (по сравнению с размерами частиц утяжелителя) частиц. Кроме того, для получения однородной по плотности суспензии в аппаратах приходится производить ее

перемешивание. Все это оказывает влияние и на частицы, подвергаемые обогащению. Поэтому нижний предел крупности частиц, обогащаемых в тяжелой суспензии, ограничен и составляет: при гравитационных процессах – для руд 2-4 мм, для углей 4-6 мм; при центробежных процессах – для руд 0,25-0,5 мм, для углей 0,5-1 мм.

В качестве промышленной тяжелой среды используются тяжелые суспензии, т.е. взвесь мелких удельно-тяжелых частиц (утяжелителя) в среде. Средой обычно является H_2O , редко воздух. Гидравлические суспензии называют просто суспензиями; воздушные суспензии – аэросуспензиями. Как уже говорилось ранее, все жидкости вообще и тяжелые суспензии в частности можно разделить на несколько реологических типов в зависимости от их поведения при действии касательных напряжений сдвига.

Суспензии, применяемые в практике обогащения, делятся на две основные группы: бесструктурные (по реологическим свойствам приближаются к ньютоновским жидкостям), структурные (приближаются к вязкопластичным системам).

Максимальная плотность суспензии определяется максимально возможным объемным содержанием утяжелителя (и, конечно, его природой). Обычно для измельченного утяжелителя (для частиц неправильной формы) объемное содержание твердого может составлять до 36 %, для гранулированного – 42-45 %. Объемная концентрация утяжелителя, при которой начинается резкий рост напряжения сдвига, называется критической.

Наиболее часто используемыми утяжелителями являются магнетит и ферросилиций. Ферросилиций обычно содержит 85 % железа, 15 % кремния и незначительное количество легирующих добавок. Ферросилиций может быть измельченный (дробленый) и гранулированный. Наибольшая частота использования магнетита и ферросилиция объясняется относительной простотой их регенерации, поскольку эти вещества обладают сильными магнитными свойствами и регенерируются при помощи магнитной сепарации. Обогащение в тяжелых суспензиях средне- и крупнокускового материала производят в гравитационных сепараторах (в сепараторах со статическими условиями разделения). Обогащение мелкозернистого материала осуществляют в центробежных сепараторах (сепараторах с динамическими условиями разделения) – гидроциклонах.

Гравитационные сепараторы можно разделить на три основных типа: конусные, колесные, барабанные. В целом технологическая эффективность сепараторов убывает от первого к последнему, а производительность, наоборот, растет. Конкретных конструкций сепараторов известно порядка ста. Сепараторы отличаются по глубине ванны, по типу рабочего органа, удаляющего тяжелую фракцию, форме ванны сепаратора.

Колесные сепараторы применяют для обогащения материала крупностью 400-6 мм. Чаще

всего используют СКВ – сепаратор колесный с вертикальным элеваторным колесом.

Основные узлы сепаратора (рис.16): корпус с рабочей ванной, элеваторное колесо, гребковое устройство, приводы вращения элеваторного колеса и гребкового устройства. Исходный материал по загрузочному желобу поступает в рабочую ванну сепаратора. Суспензия подается либо сбоку и попадает в низ корпуса (как показано на рис.16), либо через нижний патрубок. Подача суспензии обеспечивает ее непрерывную циркуляцию в ванне. В зависимости от производительности сепаратора высота слоя суспензии, переливающейся через порог разгрузочного желоба, составляет 30-80 мм. В ванне сепаратора исходный материал разделяется на всплывший (легкий) и утонувший (тяжелый) продукт. Передвижение всплывшего продукта в ванне осуществляется потоком суспензии, а разгрузка – гребковым устройством. Утонувший продукт разгружается со дна ванны при помощи элеваторного колеса.

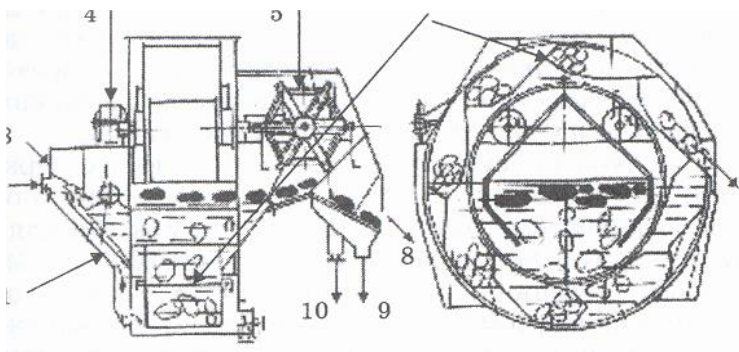


Рис.16. Тяжелосредный колесный сепаратор

1 – корпус с ванной; 2 – подача суспензии; 3 – исходный материал; 4 – привод элеваторного колеса; 5 – гребковое устройство; 6 – элеваторное колесо; 7 – легкий продукт; 8 – тяжелый продукт; 9,10 – сброс суспензии

По периферии элеваторного колеса расположены ковши с заслонками. При нижнем положении ковша эти заслонки открывают отверстие в ковш, в который поступает тяжелая фракция. В верхнем положении ковша заслонка меняет свою ориентацию, перекрывает вход в ковш и открывает выход, через который легкая фракция высыпается.

Гидроциклоны используют для обогащения мелкозернистого материала: для руд крупностью от 25 до 0,25 мм, для углей 40-0,5 мм.

При высокой скорости движения суспензии в гидроциклоне устраняется структурообразование, а под действием центробежных сил ускоряется расслоение материала. Плотность исходной рабочей суспензии в гидроциклоне обычно на 200-300 кг/м³ ниже, чем при разделении того же материала в гравитационном поле. Конструктивно обогатительные гидроциклоны аналогичны классифицирующим, только обычно их устанавливают не вертикально, а под углом к горизонту. Смесь обогащаемого материала с тяжелой суспензией поступает в гидроциклон под напором по питающему патрубку, расположенному тангенциально к цилиндрической части гидроциклона. Легкий продукт выводится из гидроциклона через сливной патрубок, а тяжелый продукт выгружается через нижнюю (песковую) насадку.

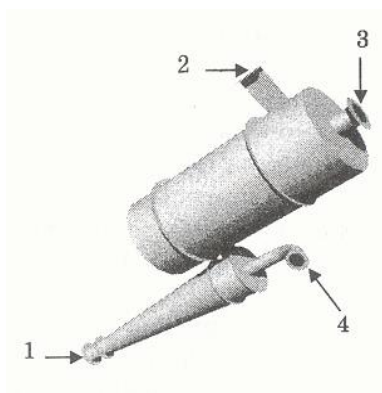


Рис.18. Гидроциклон трехпродуктовый тяжелосредный

1 – тяжелый продукт; 2 – исходное питание; 3 – легкий продукт; 4 – промпродукт

4. Обогащение горючих сланцев

Рассмотрим процесс обогащения в тяжёлых суспензиях, который применяют при обогащении сланца. Процесс обогащения в тяжелых суспензиях заключается в разделении рудного материала по плотности отдельных кусков в гравитационном либо центробежном полях в суспензии, имеющей промежуточную плотность между тяжелой и легкой фракциями. Метод основан на использовании сред, имеющих плотность, промежуточную между плотностью горючего сланца и породы. Если в такую среду погрузить горную массу, то горючий сланец, как наименее плотное вещество-всплывает, а порода, напротив, оседает.

Тяжелые суспензии, применяемые при обогащении, представляют собой механическую взвесь тонкодисперсных частиц тяжелых минералов (утяжелителей) в воде.

Для того чтобы частицы утяжелителя находились во взвешенном состоянии, применяют механическое перемешивание или создают циркулирующие потоки.

TalTach Virumaa

В качестве утяжелителей суспензии используют: минералы -- пирит, пирротин, барит, магнетит, арсенопирит, галениит; сплав -- ферросилиций; металл -- свинец. Нередко применяют смесь минералов и сплавов. Жидкой фазой обычно является вода, редко -- насыщенные растворы солей.

Обычно основной целью обогащения в тяжелых суспензиях является удаление пустой породы перед тонким измельчением руды, приводящее к снижению общих эксплуатационных расходов и нередко к повышению технологических показателей. Применение этого метода способствует интенсификации горных работ, вовлечению в эксплуатацию бедных руд; получаемая пустая порода может быть реализована в качестве строительного материала. Благодаря низкой стоимости обогащения в тяжелых суспензиях, снижается общая стоимость переработки руды на фабриках в среднем на 15-- 20%.

Эффективность разделения в тяжелых суспензиях выше эффективности обогащения на отсадочных машинах и зависит от вещественного состава руды, физических свойств суспензии, типа сепараторов и крупности обогащаемого материала.

4.1. Технический комплекс подготовки горючего сланца



Строительство шахты Оямаа началось в 2009 г. На запланированную мощность она вышла в 2012 году.

Рис.19. Общий вид наземной части технического комплекса.

4.1.1. Технологический процесс подготовки сланца

В состав комплекса подготовки сланца входят следующие модули:

- Буферный склад горной массы.
- Бункерный модуль.

Sergey Chekryzhov, EVM0152 “Kütuste keemia ja tehnoloogia II”. Loeng 5.

TalTach Virumaa

- Дробильно-сортировочный модуль.
- Обогащительный модуль.
- Модуль подготовки суспензии.
- Модуль обезвоживания шлама.

Дробильно-сортировочный и обогащительный модули взаимодействуют с главным конвейером шахты через буферный склад горной массы, для компенсации неритмичности работы каждого из звеньев. Модули соединены между собой конвейерными линиями и галлереями. Под буферным складом оборудован узел подачи горной массы на конвейер.

Технологический процесс подготовки сланца включает в себя несколько последовательных стадий.

- **подземная часть, выемка сланца.**

Разрушение массива пласта сланца происходит в подземных условиях буровзрывным способом. Доведение размеров кусков горной массы до кондиционного для конвейерного транспорта размера куска - 400 мм происходит в подземных дробилках на месте погрузки сланца в выемочном участке. В земле остается 20-30% сланца в виде целиков, для поддержания поверхности. Это способ, как избежать проседания почвы.



Фото 1. Подземная часть выемки сланца.

TalTach Virumaa

По системе подземных конвейеров горная масса поступает в бункерный модуль. Бункерный модуль является своего рода затворным устройством для депрессии шахты, возникающей при работе вентиляторов главного проветривания. После бункерного модуля по конвейеру горная масса подается на буферный склад, а с буферного склада на дробильно - сортировочный модуль.



Фото 2. Главный конус. Отвал породы.

Из шахты горная масса поступает на конус и в дальнейшем направляется в комплекс дробления и на обогащение, на фабрику.

После обогащения известняковая порода отвозится на отвалы, где дробится в щебень.

➤ дробление и сортировка.

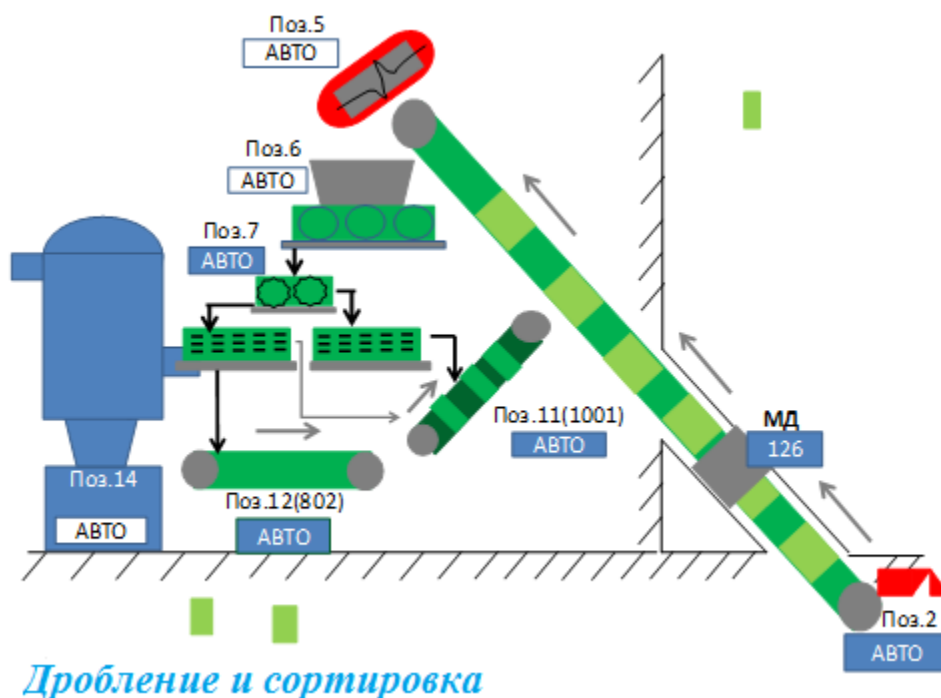


Рис.20. Принципиальная схема технологического узла дробления и сортировки.

В сортировочном модуле производится избирательное дробление горной массы 0-400 мм до куса товарного сланца 125 мм и сортировка его по крупности. Горная масса 0-400 мм при помощи скребкового питателя из буферного склада поступает на конвейер, который подает на валковый грохот с шириной зазоров валков 125 мм, где происходит первичная классификация горной массы.

Нижний продукт первичной классификации 0-125 мм просыпается сквозь валковый грохот и по двум отдельным течениям поступает на следующий этап классификации – на два тяжелых грохота. Верхний продукт первичной классификации +125 мм попадает на валковую дробилку, где дробится до кондиционного размера -125 мм и после дробления горная масса 0-125 мм также по двум течениям поступает на следующий этап классификации на два тяжелых грохота. На двух грохотах производится окончательная классификация горной массы по крупности ниже и выше 25 мм. Нижний продукт классификации (класс 0-25 мм, необогащаемая часть) из двух течек поступает на конвейер далее по цепи конвейеров, поступает на завод по переработке сланца. Верхний продукт классификации, 25-125 мм по конвейеру подается на модуль обогащения.

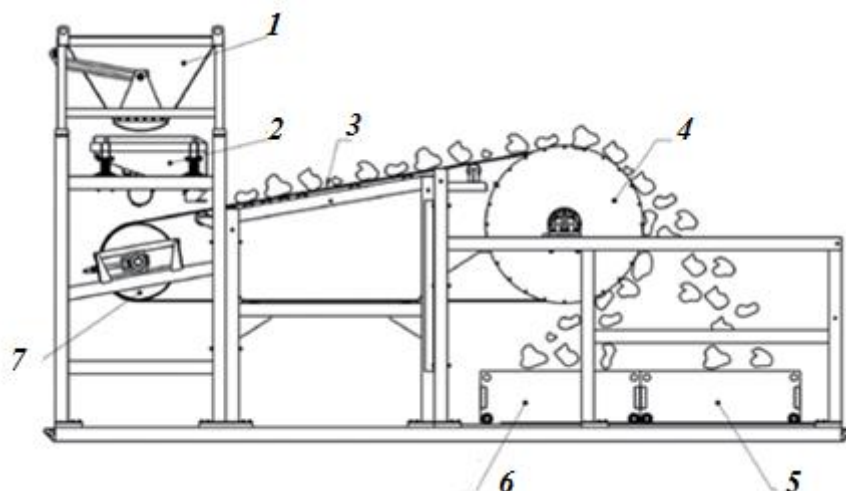


Рис.21. Схема магнитной рудоразборки: 1-приёмный бункер, 2- виброподача; 3- транспортёрная лента; 4- магнитный барабан; 5- бункер пустой породы; 6-бункер для магнитной фракции; 7- натяжной барабан.

➤ **обогащение.**

Обогащение горной массы осуществляется на модуле обогащения. Предусматривается две технологические линии обогащения. Применяется гравитационный метод обогащения в тяжёлых средах. В качестве среды обогащения используется суспензия – взвесь магнетита в воде. В результате обогащения происходит разделение верхнего продукта классификации 25- 125 мм на технологический сланец 25 – 125 мм и известняк (порода).

Конечными продуктами обогащения являются:

- ✓ концентрат или технологический сланец класса 25 – 125 мм;
- ✓ порода класса 25 – 125 мм;
- ✓ шлам – мелкая фракция сланца класса 0 – 1.6 мм.

Технологический сланец класса 25 – 125 мм с обогатительной фабрики поступает на конвейер и далее на завод по переработке сланца. Порода класса 25 – 125 мм является побочным продуктом добычи и обогащения сланца. С обогатительной фабрики порода класса 25 – 125 мм поступает по породному конвейеру через породный бункер на породный склад.

➤ **обезвоживание шлама.**

В начальной стадии обогащения мелкая фракция сланца 0- 1.6 мм смывается водой и выносится вместе с водой в виде шлама. Шлам имеет высокую калорийность и подлежит использованию в качестве продукта. Для обезвоживания шлама используются радиальный сгуститель ТН-01 с добавлением флокулянта и фильтр – пресс FP-01 для осушения шлама.



Фото 4. Сгустители и фильтр-пресс.

В начальной стадии обогащения с грохотов дешламации SC-01/SC-02 мелкая фракция сланца 0+1,6мм смывается водой и подается в виде шлама в шламовый бак SU-01. Из бака с помощью шламового насоса PU-01 шлам подается в пульпораспределитель НВ-09 радиального сгустителя. Также пульпораспределитель НВ-09 получает потоки от насоса зумпфа фильтр - пресса PU-16, из бака фильтрата насоса PU-18, из модуля смешивания порошкового анионного флокулянта подается насосом PU-19 для улучшения эффекта осаждения шлама. Также НВ-09 получает потоки шлама после второй стадии регенерации с пульпораспределителей циклонов НВ-05а и НВ-06а с I линии и II линии обогащения. Таким образом, пульпораспределитель НВ-09 обеспечивает ровный поток шламовой воды по лотку подачи в центр радиального сгустителя ТН-01.

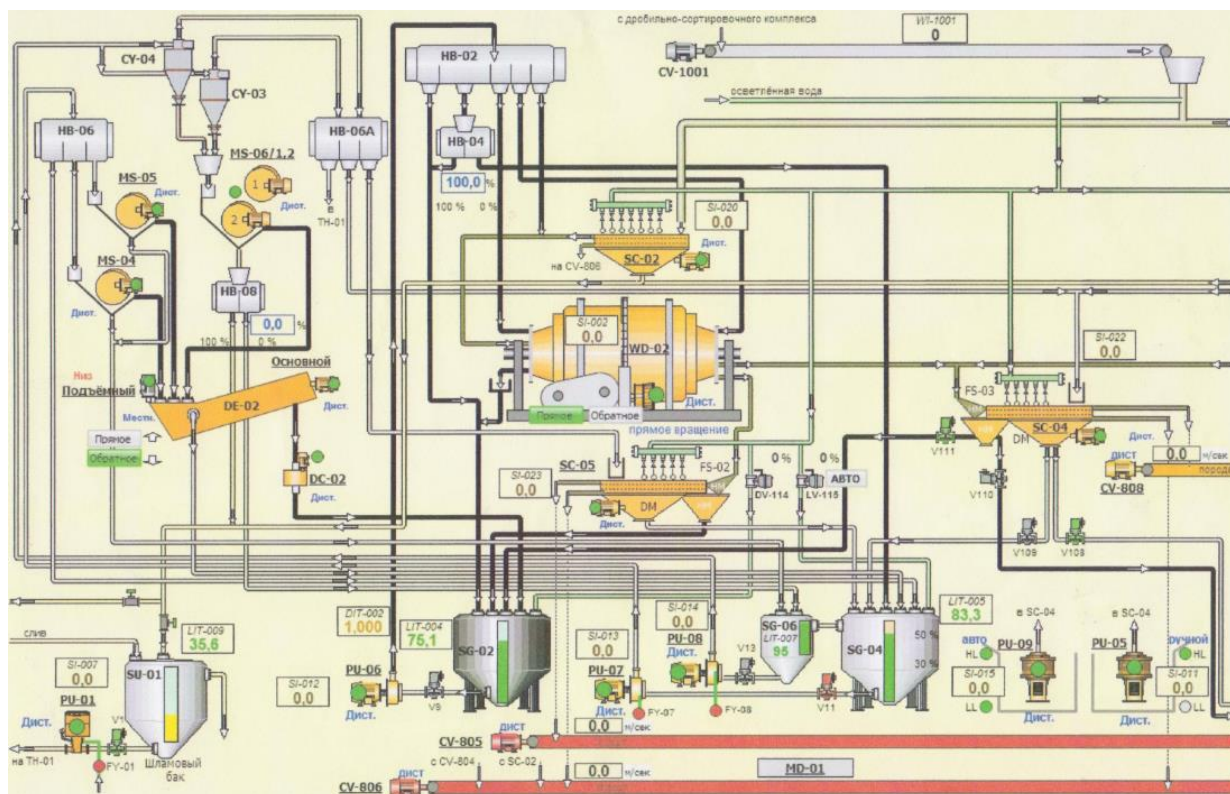


Рис. 22. Технологическая схема модуля обогащения сланца.

Комбинированный эффект осаждения под собственной силой тяжести и действия флокулянтов на частицы мелкой фракции способствует повышенному осаждению из твердой фазы. Это отчетливо проявляется в переливе осветленной воды и осаждению сгущенной твердой фазы на дно бака сгустителя. Осветленная вода разгружается через порог циркуляции перелива бака сгустителя, и вода поступает под силой тяжести по трубе в бак осветленной воды SU-02. Сгущенная твердая фаза транспортируется при помощи медленно вращающегося грабельного механизма сгустителя в конус, расположенный в центре радиального сгустителя, из которого сгущенный шлам подается посредством насосов нижнего слива PU-11a и PU-11b в буферный бак с постоянным помешиванием SU-03, также посредством насоса PU-11b происходит замкнутая рециркуляция шлама в самом сгустителе. Насосы нижнего слива располагаются под конусом радиального сгустителя TH-01.

Главный конвейер



Вопросы самоконтроля:

1. Назовите состав комплекса подготовки сланца шахты
2. Назовите стадии мокрого процесса обогащения горючего сланца;
3. Каким образом происходит доставка горючего сланца потребителю