

Тема 2. Технология подготовки твёрдых ископаемых к переработке.

2.1. Комплекс топливоподачи.

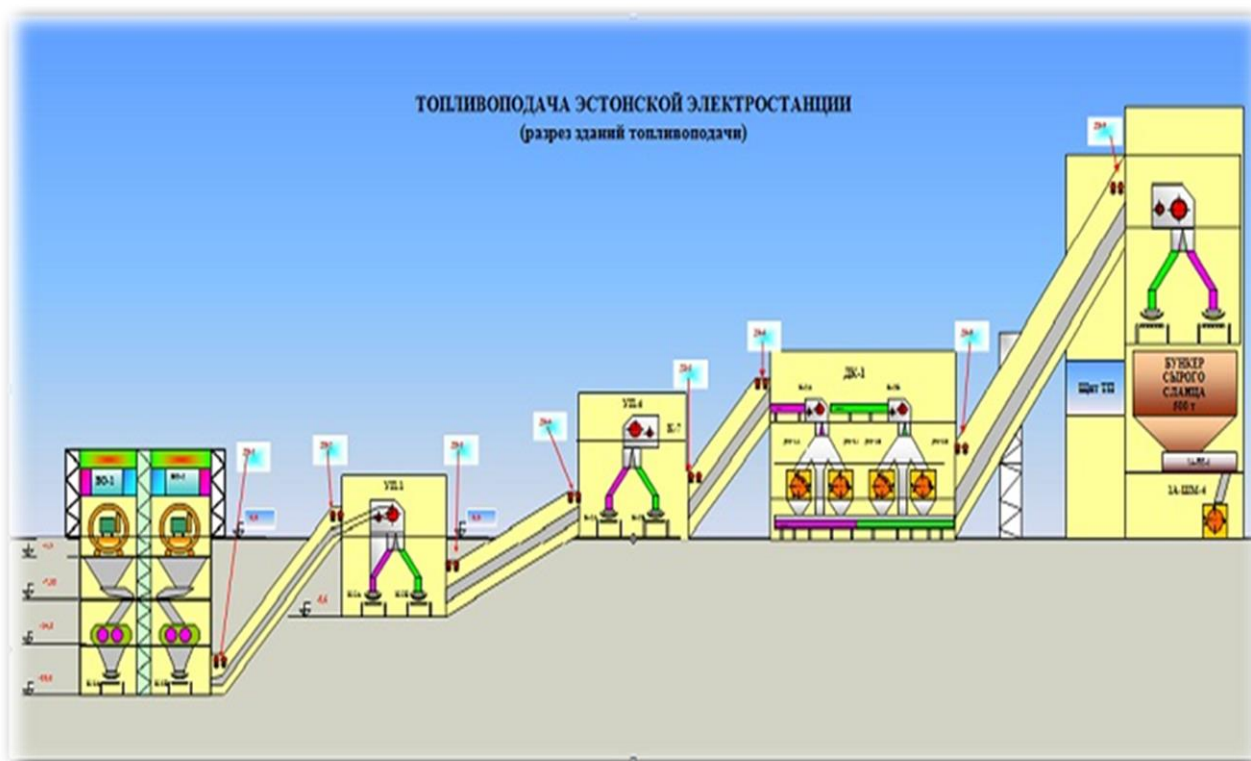


Рис. 1. Комплекс топливоподачи эстонской электростанции

Комплекс топливоподачи состоит разгрузочных устройств с вагоноопрокидывателями, ленточных конвейеров, дробильных корпусов и бункеров сланца, а также открытого склада хранения сланца.

Топливо поступает на станцию в 60-тонных вагонах, откуда электротолкателями они подаются на роторные вагоноопрокидыватели. Разгруженное из вагонов топливо поступает в разгрузочные бункера, из которых при помощи питателей подается в зубчатые дробилки и далее на конвейер.



Рис.2 Погрузочный конвейер.

После поступления на электростанцию сланец проходит через различные погрузочные узлы и по конвейерам доходит до молотковых дробилок.



Рис.3. Молотковая дробилка

В молотковых дробилках сланец дробится до кусков размером до 25 мм. До поступления в дробилку размер сланца из шахт, может достигать 300 мм, а добытого в карьерах – 40 мм. После дробления сланец транспортируется в бункеры котла. Перед поступлением в котел сланец на электростанции проходит путь почти в 950 метров.

На новой электростанции Eesti Energia, которая строится в Аувере, предусмотрена систем топливоподачи биотоплива и сланца и золоудаления. Устанавливаемая на электростанции *Sergey Chekryzhov, EVM0152 "Kütuste keemia ja tehnoloogia II", loeng2.*

мощностью 300 мегаватт технология топливоподачи позволяет заменить до 50 процентов сланца биотопливом. Это позволит снизить влияние производства электроэнергии на окружающую среду.

Возможность заменить сланец возобновляемым источником энергии снижает влияние производства электроэнергии на окружающую среду и повышает конкурентоспособность электростанции Аувере на фоне строгой климатической политики Европейского Союза и высоких цен на выбросы углекислого газа.

Строящаяся на электростанции Аувере система топливоподачи позволяет подавать до 3000 тонн биотоплива и до 7000 тонн сланца в сутки. Согласно планам, системы топливоподачи и золоудаления будут находиться в работе до 8000 часов в год. Запланированный срок службы систем – 30 лет.



Рис.4. Строительства электростанции Аувере.

2.1 Приём и складирование твёрдых топлив

Груз – любые предметы и материалы, подвергающиеся погрузке, выгрузке, транспортированию и складированию.

Грузопоток – количество однородных грузов (в т, кубометрах, штуках), перемещаемых по заданному маршруту за определенный промежуток времени (час, сутки, смена, месяц, год). – Q

Транспортно – грузовой комплекс (ТГК) – совокупность связанных друг с другом машин и устройств, составляющих систему, предназначенную для организации передвижения, приема, хранения, выполнения внутри складских операций, выдачи грузов и сопровождающих их информационных потоков.

Главная задача ТГС – обеспечить бесперебойную работу производства, которое она обслуживает.

Нужно на основе анализа элементов и связей между ними выбрать оптимальный вариант решения проблемы. Основной принцип при решении этой задачи – СООТВЕТСТВИЕ.

Направления развития в области транспортно – грузовой системы .

- создание конвейеров (ленточных и канатно-ленточных) – для перемещения грузов на 50..100 км
- увеличение вместимости (конвейерные ленты из синтетических материалов, угол наклона роликов до 45°, уширение до 2,5 м)
- автоматизация процессов (подтягивание ленты, остановка и разгон, ловители, адресация грузов)

Автоматизация процессов транспортно – грузовой системы.

- создание робототехнических систем (на контейнерных площадках, наливных эстакадах..)
- автоматизированные системы отбора заказов, автоматическая адресация грузов.

Механизация ручного труда в погрузочно-разгрузочных работах.

- внедрение средств восстановления сыпучести
- учет грузов
- стыковка с магистральным транспортом

Технологические процессы- это операции, которые необходимо производить с грузом для его перемещения и преобразования, а также другие операции, которые обеспечивают их выполнение.

Основные операции, выполняющие функции транспортно-грузовой системы и определяющие её производительность:

- транспортирование
- выгрузка
- перегрузка
- складирование
- погрузка

Вспомогательные – обеспечивают или улучшают выполнение основных операций:

- восстановление сыпучести
- зачистка подвижного состава

- сортировка
- учёт

Соответственно, грузопотоки бывают часовые, суточные, месячные, годовые.

Грузопереработка - общее количество перемещенного на объекте (предприятии, складе, цехе) груза (с учетом количества перемещений) - Q_g

Выражается в тех же единицах, что и грузопоток, либо в тонно-операциях, пакето-операциях, контейнеро-операциях и т.д.

Кратность (коэффициент) грузопереработки – отношение величины грузопереработки в величине грузопотока – n_0

$$Q_0 = n_0 \cdot Q_g$$

Склад (складской комплекс) – составная часть транспортно-грузовой системы.

Склад предназначен для приема, хранения, выполнения внутрискладских операций, выдачи, учета груза.

Необходимость существования складского комплекса – неравномерность грузопотоков и различия в скорости технологических операций. Склады – сглаживают эти неравномерности и различия. Лучший вариант склада – это его объективное отсутствие.

Погрузочно-разгрузочным (грузовым) фронтом называется часть ж.д. пути грузового пункта (или места стоянки автомобилей), предназначенная непосредственно для выполнения погрузки и выгрузки грузов из вагонов или автомобилей, которая обычно оснащена комплексом стационарных или передвижных грузовых устройств.

2.4 Вагоноопрокидыватели

Вагоноопрокидыватель — специальное сооружение для механизированной разгрузки вагонов с насыпными и навалочными грузами.



Рис.5. Вагоноопрокидыватель

Вагоноопрокидыватели применяются для выгрузки из вагонов насыпных и кусковых грузов (в том числе горючих сланцев) путем наклона или поворота вагона в соответствующее положение. Иногда при этом применяют дополнительные устройства, облегчающие высыпание.

Виды вагоноопрокидывателей:

- роторные (круговые)
- боковые
- торцовые
- комбинированные

Существуют стационарные вагоноопрокидыватели с различными способами разгрузки. В *роторных* и *круговых* вагоноопрокидывателях разгрузка осуществляется при повороте вагона вокруг его продольной оси. В *боковых* подъёмно-поворотных вагоноопрокидывателях вагон не только поворачивается вокруг продольной оси, но также и поднимается. Вагоноопрокидыватели этих двух типов предназначены для разгрузки полувагонов и платформ. *Торцевые* вагоноопрокидыватели производят наклон вагона относительно поперечной оси, при этом груз высыпается через открывающиеся боковые стенки.

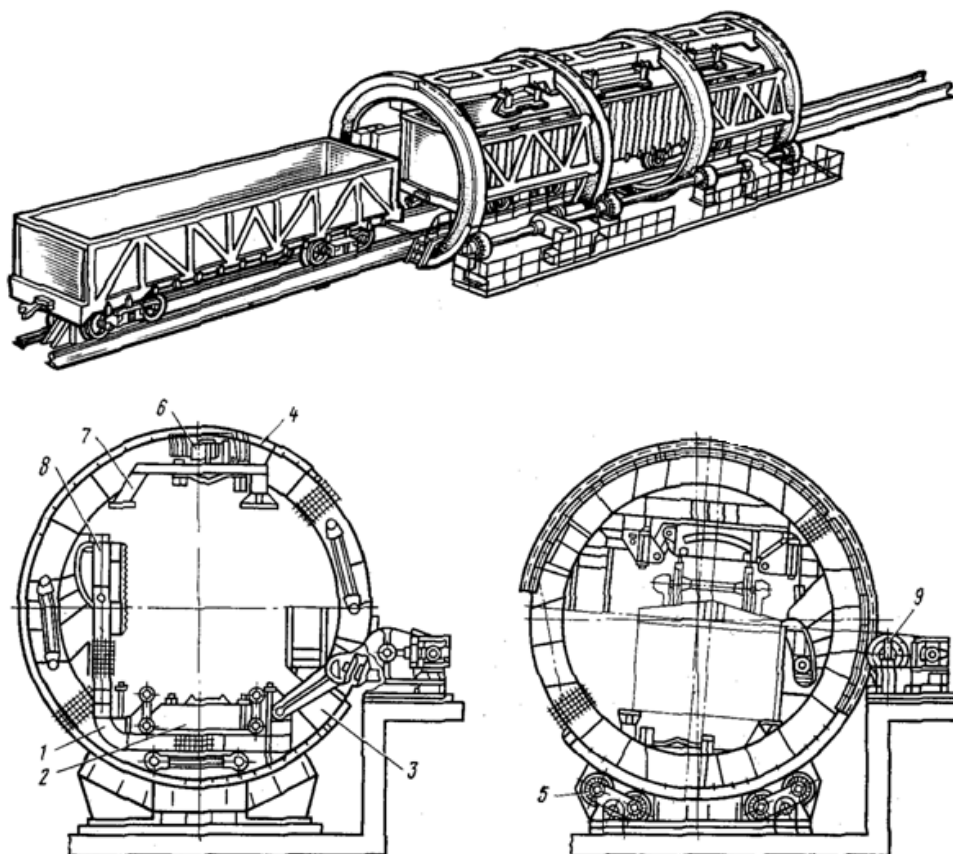


Рис. 6.Круговой стационарный вагоноопрокидыватель

Вагон подается по рельсам внутрь ротора, на мост-платформу, где и фиксируется. Угол поворота вагона – 170° , производительность вагоноопрокидывателя – 30 полувагонов в час, масса – 220 т. Есть сдвоенные опрокидыватели, из двух роторов, в которых разгружается одновременно два полувагона (или один 125-тонный полувагон).

2.5 Оборудование для очистки подвижного состава от остатков насыпных грузов.

Вагоны после выгрузки должны передаваться железной дороге очищенными снаружи и изнутри.

Очистка вагонов от остатков насыпного или кускового груза, выполняемая вручную – одна из самых трудоемких и дорогостоящих операций.

В настоящее время применяются следующие способы механизации этой операции:

- механический;
- гидравлический;
- пневматический;
- газодинамический.

К механическим относятся использование вибраторов и щеточных машин

Накладные вибраторы

Наиболее распространенным и эффективным способом механической очистки является использование накладных вибраторов.

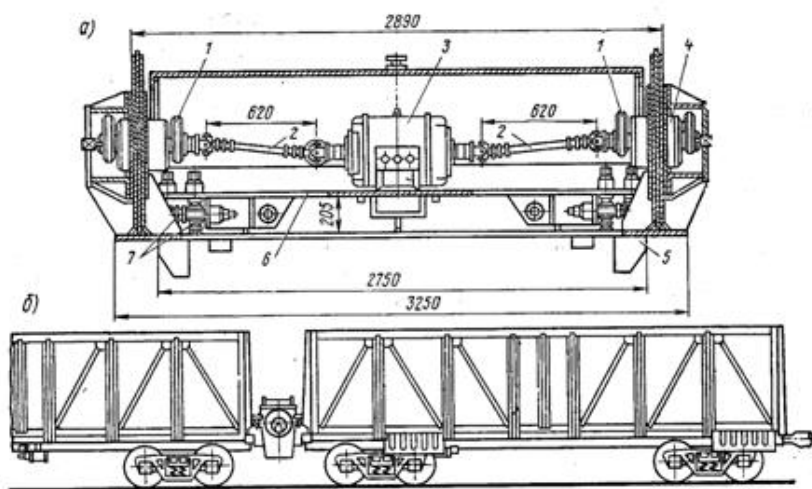


Рис7. Накладной вибратор.

Корпус вибратора снабжен ловителями 5 (для точной установки на вагон). На подпружиненной раме 6 установлен электродвигатель 3, соединенный карданными валами 2 с дебалансами 4, создающими круговые колебания.

Масса вибратора – 5 т, установленная мощность – 22 кВт, амплитуда возмущающей силы – 90 кН. Вибратор подвешивается к крану, опускается краном на полувагон, включается электродвигатель. Под воздействием вибрации вагон очищается.

Есть конструкции с регулируемой амплитудой колебаний.

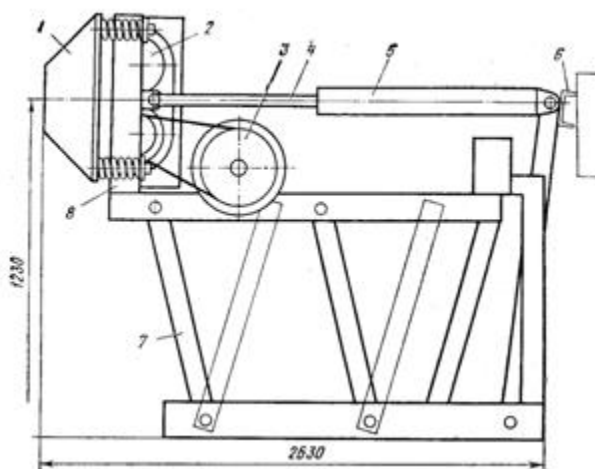


Рис. 8. Боковые вибраторы

На рисунке – боковой вибратор.

На раме 8 установлен двухвальный вибратор, приводимый ременной передачей от электродвигателя 3. С помощью гидроцилиндра 6 рама, поворачиваясь на рычагах 7, подпружиненной плитой 1 прижимается к раме полувагона. При том, что

установленная мощность вибратора- 30 кВт, его эффективность недостаточна высока, что обусловлено плохим контактом с полувагоном.

2.6. Оборудование для предупреждения смерзаемости и восстановления сыпучести грузов.

2.6.1 Проблема смерзаемости твёрдого топлива.

В условиях низкой температуры и достаточно большой влажности смерзаются многие насыпные грузы: горючий сланец, уголь, руда, минеральные строительные грузы и др. Существует два пути решения проблемы: профилактика смерзания и восстановление сыпучести.

Средства для предупреждения смерзаемости

1. Понижение влажности

Для каждого вида груза существует предел влажности, ниже которого смерзание грузу не угрожает. Ещё и не приходится возить воду – лишний груз.

1.1. Механическое обезвоживание (отстойники, центрифуги).

1.2. Термосушка.

2. Обработка вагонов и грузов специальными профилактическими средствами

2.1. Хлористый кальций или магний в виде порошка, хлопьев, жидкости. Расход зависит от температуры, для угля – от 1,5 до 11 кг на тонну. Послойно смешивается с грузом или обрабатывают стенки вагона.

2.2. Поваренная соль или негашеная известь – дороже на 40%, применяют реже.

Sergey Chekryzhov, EVM0152 “Kütuste keemia ja tehnoloogia II”, loeng2.

2.3. Нефть или минеральные масла (эффективно до -20°C). Вводят в груз на конвейере или обрабатывают кузов.

3. Предварительное промораживание. Груз до погрузки пересыпают бульдозером или экскаватором, либо промораживают на складе слоями по 300..500 мм. Для сохранения эффекта температура внутри груза не должна опускаться ниже -3°C . Для принятия решения об использовании мер профилактики оценивается экономическая эффективность.

2.6.2 Восстановление сыпучести

Оттаивание

Применяемые способы: *горячей водой, паром, ТВЧ, инфракрасным излучением, воздушным потоком.*

Оттаивание воздушным потоком (в тепляках).

Тепляк – крытое здание, где имеется печное отделение и камера разогрева. Теплоноситель – продукты сгорания топлива, смешанные с воздухом, отдает тепло грузу и направляется для повторного использования с использованием новых продуктов сгорания тормозным устройствам.

Оттаивание инфракрасным излучением.

Генераторы инфракрасного излучения монтируют по обе стороны пути внутри тепляка. Генератор – шкаф, внутри – смесительная камера, где горит газ, снаружи – лучевые головки прямоугольной формы из металлических плиток. Температура внутри головки – 900°C . поверхность головки отстоит от вагона на 760 мм. Способ разогрева – дорог (специальные сооружения, оборудование, энергия). Способ оправдан при большом и устойчивом грузопотоке. Например, на теплоэлектростанциях.

Механическое рыхление

Это наиболее распространенный способ восстановления сыпучести.

Виды: *виброрыхление и виброударное рыхление; ударно-клиновое и штанго-клиновое, бурорыхление и боковое фрезерование.*

Для восстановления сыпучести применяются также и накладные вибраторы. Однако – такой способ достигает цели лишь при небольшой (до нескольких сантиметров) толщине промерзания груза.

Виброрыхлители

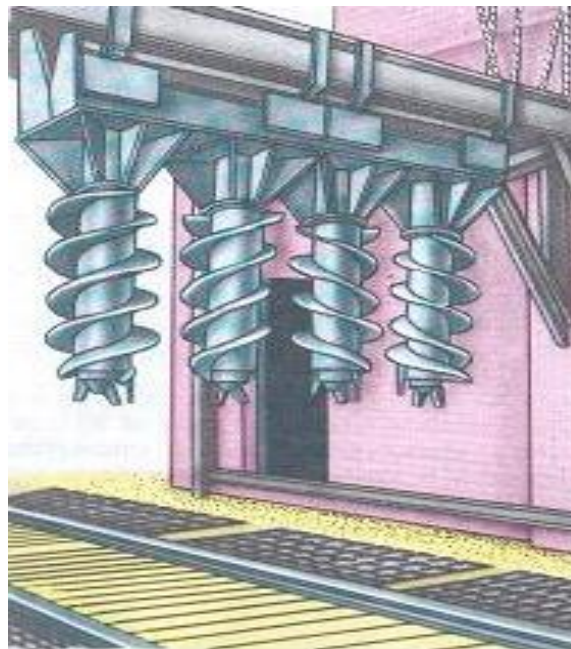
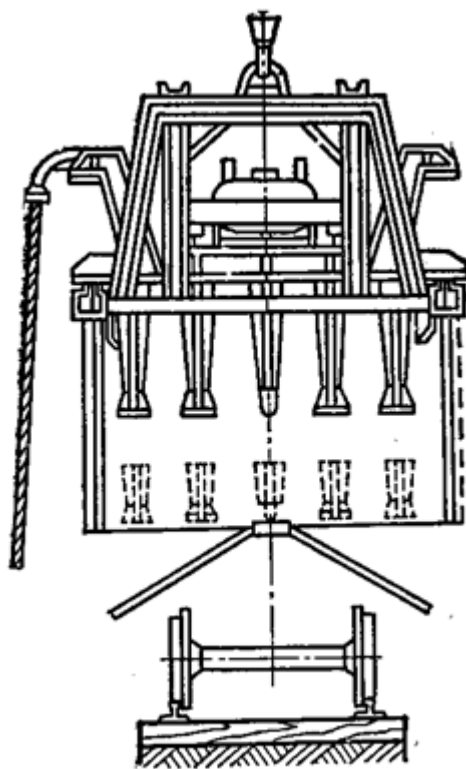


Рис.9. Виброрыхлители

Рабочий орган – 15 штырей, жестко закрепленных на плите. На этой же плите установлен двухвальный вибратор. Виброразгрузчик устанавливается краном над каждой парой люков, включается после установки. Под воздействием веса и вибрации штырей происходит обрушение груза.

Разгрузчик эффективен при прочности смерзшегося груза до 60 кг/см^2 . (уголь при влажности 8% и температуре -40°C смерзается до прочности 20 кг/см^2).

Производительность 70...190 т/ч, Установленная мощность – 44 кВт, Возмущающая сила – 196 кН, масса – 6900 кг, габаритные размеры: 3780 x 2500 x 3300.

Виброударные рыхлители

Бывает, что груз в полувагоне смерзается в монолит, прочность превышает 60 кг/см^2 , виброразгрузчик не эффективен. В таких условиях применяются виброударные рыхлители.

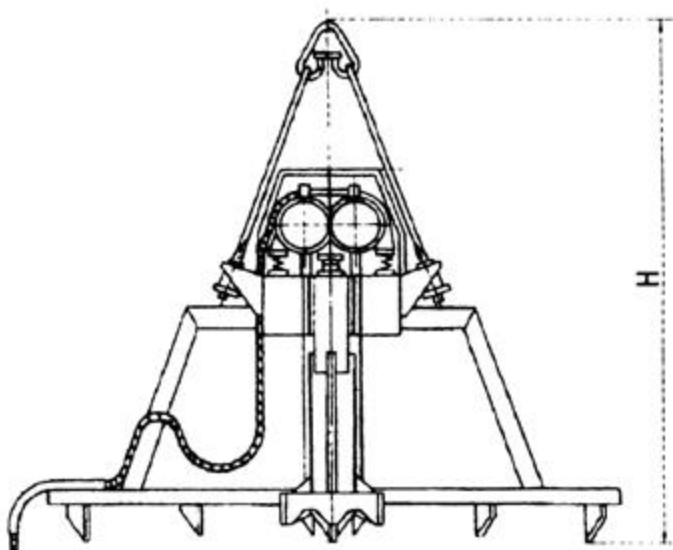


Рис 10. Виброударные рыхлители

Виброударный рыхлитель (Рис.10) имеет рабочий орган в виде квадратной рамки с зубцами. Рабочий орган передвигается в направляющих. Кроме вибрации вибратор совершает удары по рабочему органу, как бы забивая его в груз. Рыхлитель эффективен при прочности смерзшегося груза до 100 кг/см^2 , что обеспечивает его применимость практически для любых условий.

Производительность – 60...90 т/ч, частота ударов – 485 в минуту, установленная мощность 34 кВт, масса – 5290 кг, габаритные размеры – 5300 x 1900 x 4900.

Иногда применяют комплексный метод – использование разогрева и рыхления.

2.7. Хранение твердых топлив

Простейшим способом хранения сыпучих грузов является отвал – производимая без всяких ограничений насыпка под открытым небом. Открытые места хранения снабжаются бетонным основанием и невысоким ограждением.

Крутизна отвала определяется так называемым *углом естественного откоса*. Под ним понимается угол, образуемый отвалом при свободной отсыпке.



В местах хранения открытым способом можно складировать лишь материалы, способные выдерживать любые атмосферные воздействия

Рис.11. Открытое хранилище сыпучих материалов.

Закрытые склады – это складские помещения, в которых хранимый материал защищен от атмосферных воздействий (дождя, снега, мороза) и солнечных лучей. Загрузка материалов в эти склады осуществляется с помощью подающих ленточных конвейеров, а выгрузка – посредством смонтированных под полом транспортеров и ковшовых погрузчиков.

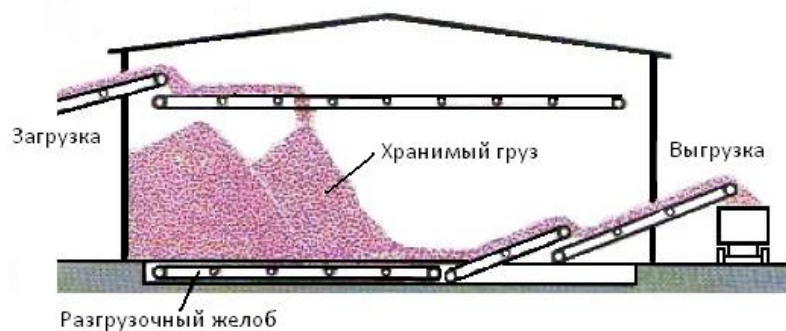


Рис.12. Закрытый склад сыпучих материалов.

Многие продукты химического производства выпускаются в форме гранул, порошков или таблеток. Удобрения по ленточному транспортеру загружаются в

большие **бункеры** или
складируются **насыпью**.

2. 8 Бункеры и силосы.

Бункерами называется саморазгружающиеся емкости, которые в течение длительного времени можно заполнять сыпучим грузом, а при необходимости загрузить подвижной состав или другие транспортные средства (хотя бы и конвейер) используя силу тяжести груза.

Бункерное устройство в общем случае может состоять из частей:

- бункерная емкость
- загрузочное устройство
- побудители истечения плохосыпучих материалов
- затвор или питатель
- приборы контроля и автоматизации.

Бункеры и силосы — сооружения, предназначенные для хранения руды, угля, кокса, известняка, гравия, песка, цемента, цементного шлама и др.



Рис.13.Бункеры для хранения сыпучих веществ

Бункер — это хранилище в виде оболочки

или коробки с воронкой внизу. Высота его не превышает полуторного наибольшего поперечного размера. Более высокие хранилища называются **силосами**. Бункеры делают с плоскими стенками, параболические и круглые.

Бункеры и силосы загружают через отверстие в верхней части, а разгрузка происходит под действием собственной массы материалов через выпускные отверстия. Бункеры для хранения твердых кусковых материалов с внутренней стороны футеруют листовой сталью, чтобы предохранить их от истирания и образования вмятин.

Бункеры с плоскими стенками состоят из верхней призматической части и нижней — пирамидальной. Такие бункеры опираются на балки перекрытия или колонны и имеют размеры до 12 м по длине и ширине и до 8 м по высоте при вместимости до 500 м³. Достоинства бункеров с плоскими стенками: простота их изготовления, удобство крепления к конструкциям зданий и лучшее использование площади, чем в круглых бункерах.

2.8. Предупреждение сводообразования

Все сыпучие вещества при определенных условиях образуют свод равновесия. Весь материал, находящийся выше границы свода не движется. Размеры свода зависят от свойств материала и геометрии бункера.

Предупреждение сводообразования возможно следующими способами:

- правильный выбор конструкции бункера (угол наклона стенок нижней части, размеры выпускного отверстия);
- применение побудителей истечения груза;
- использование стабилизаторов.

Стабилизаторы

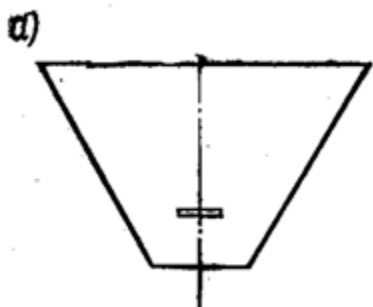


Рис.2. Стабилизатор плоский

Стабилизатор — небольшая площадка, устанавливается у выходного отверстия бункера. Обеспечивает постоянное небольшое давление на груз в нижней части бункера, что препятствует слеживанию груза и образованию свода.

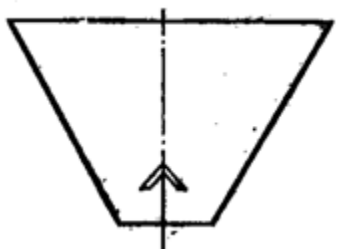


Рис.3. Стабилизатор конический

Для лучшего ссыпания груза с самого стабилизатора, он может быть выполнен в виде двускатного или конического козырька.

Побудители истечения

Разрушают своды или уменьшают угол внутреннего трения груза.

Виды побудителей:

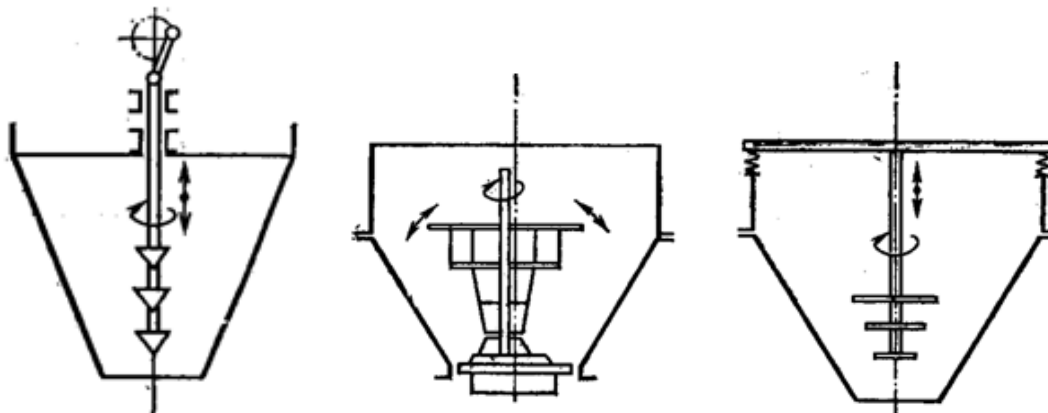


Рис.4. механические рыхлители

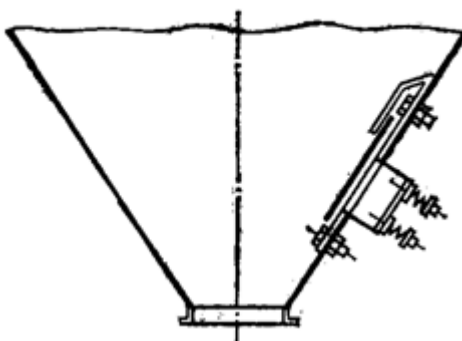


Рис.6. Вибраторы, на стенках груза или опускающиеся в груз

При вибрации резко снижается коэффициент внутреннего трения. Частота вибрации – 2800 Гц, возмущающая сила – 2...6 кН, Мощность – 0,4...0,65 кВт. Для предохранения стенок бункера и других металлоконструкций используют упругие элементы для соединения с вибратором.

Аэрационные побудители используют для пылевидных и порошкообразных грузов (цемент, удобрения, химические грузы). Распределительные коробки укладывают на днище (25...40 % площади), а иногда и на стенки бункера. Образуется рыхлительная система. В плитах устанавливают пористые плиты, в нижней части ввернуты трубы, по которым внутрь коробки подается воздух под давлением 0,2 МПа, проходя из плит через груз, воздух аэрирует груз.

Для разрушения сводов используют воздушный удар - кратковременное повышение давления до 0,5 МПа. В качестве пористых элементов могут использоваться трубы с отверстиями, обернутые тканью.

http://1520rail.ru/_ld/2/263_.pdf

3. Свойства сыпучих материалов

В технологических расчетах процессов и аппаратов. используют следующие свойства сыпучих материалов:

- гранулометрический состав,
- удельная поверхность,
- порозность.
- пористость.

При проектировании оборудования используются такие свойства материалов как сыпучесть,

- абразивность.
- хрупкость,
- самовозгораемость,
- взрывоопасность
- гигроскопичность,
- слеживаемость,
- смерзаемость,
- ядовитость.

Кусковатость (гранулометрический состав) – это количественное распределение частиц груза по крупности. Однородность размеров частиц насыпного груза определяется коэффициентом k_0 :

$$k_0 = a_{\max} / a_{\min},$$

где $a_{\max}$ – размер максимальной частицы транспортируемого груза, мм;

$a_{\min}$ – размер минимальной частицы транспортируемого груза, мм.

В зависимости от размеров частиц атах насыпной груз подразделяется на следующие группы:

- пылевидный (цемент): до 0,05 мм
- порошкообразный (мелкий песок): 0,05–0,49 мм
- зернистый (зерно): 0,5–9 мм
- мелкокусовой (щебень): 10–60 мм
- среднекусовой (уголь): 61–199 мм
- крупнокусовой (руда): 200–500 мм
- особо крупнокусовой (камни, валуны): более 500 мм

Распределение насыпных грузов по плотности

Группы грузов	Плотность , т/м ³
Легкие (торф, кокс, мука, древесные опилки)	До 0,6
Средние (зерно, каменный уголь, шлак)	0,6–1,6

Тяжелые (порода, гравий, щебень, песок)	1,6–2,0
Особо тяжелые (руда, камень)	2,0–4,0

Угол естественного откоса груза φ_o – это угол между образующей конуса из свободно насыпанного груза и горизонтальной плоскостью. Различают углы естественного откоса груза в покое и в движении $\varphi = 0,35 \varphi_o$.

Группы подвижности частиц грузов

Подвижность частиц груза	Насыпные грузы	Угол естественного откоса груза в покое φ_o , град	Расчетный угол естественного откоса груза в движении φ , град
Легкая	Апатит, сухой песок, сухая галька, пылеуголь	30–35	10
Средняя	Влажный песок, каменный уголь, камень, щебень, торф	40–45	15
Малая	Сырая глина, гашеная известь	50–56	20

Слеживаемость – способность насыпного груза (глина, соль, цемент) терять подвижность при длительном хранении.

Липкость – способность насыпного груза (глина, мел) прилипать к твердым телам (особенно во влажном состоянии).

1. А.Згуро., Л.Григорьева., С. Чекрызов, И.Бородин. Химические технологии. Учебное пособие для химико-технологических специальностей профессиональных центров., Йыхви. Innove .2012. 374 с.
<http://www.innove.ee/UserFiles/Kutseharidus/Kutsehariduse%20programm/%C3%95ppematerjalid/Keemiatehnoloogia.pdf>
2. Л.Григорьева., С. Чекрызов., И. Леппик., Г. Трофимова., Оборудование и складское хозяйство химических производств. Учебное пособие для профессиональных центров.,

Йыхви. Innove .2012. 336 с.

<http://www.innove.ee/UserFiles/Kutseharidus/Kutsehariduse%20programm/%C3%95ppematerjalid/Keemiat%C3%B6%C3%B6stuse%20seadmed%20ja%20laomajandus.pdf>

Вопросы самоконтроля.

1. Опишите комплекс топливopодачи эстонской электростанции.
2. Назовите основные функции транспортно-грузовой системы.
3. Какими способами осуществляется транспортировка горючего сланца на переработку.
4. Назовите методы снижения смерзаемости топлива.
5. Технологии хранения твёрдых топлив.
6. Какие меры принимают для предупреждения сводообразования.