МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Кафедра «Экология и безопасность жизнедеятельности»**

# Обращение с отходами производства и потребления

Методические указания к выполнению практических работ
по дисциплине «Системы защиты литосферы» для студентов
специальности 280101

**Курган 2007**

Кафедра: «Экология и безопасность жизнедеятельности»
Дисциплина: Системы защиты литосферы (специальность 280101)

Составили: доцент, канд. техн. наук Левашов С.П.
доцент, канд. мед. наук Семенов В.В.
доцент,канд.с/х наук Коновалов М.Н.

Работа выполнена при равноценном участии авторов

Утверждены на заседании кафедры « 18 » мая 2007 года

Рекомендованы методическим советом университета
« 25 » июня 2007 года

Содержание


| | | |
|---|---|---|
| | Введение | 4 |
| 1 | Методические указания к выполнению практических работ | 5 |
| 2 | Нормативно-методические основы регулирования работ по обращению с отходами | 5 |
| 3 | Технологические расчеты оборудования для механической переработки промышленных отходов | 7 |
| 4 | Проектирование полигонов твердых бытовых отходов | 19 |
| | Список литературы | 23 |

## Введение

Проблема защиты окружающей среды – одна из важнейших задач современности. Экологические исследования, проведенные в последние десятилетия во многих странах мира, показали, что всё возрастающее разрушительное воздействие антропогенных факторов на окружающую среду привело ее на грань кризиса. Среди различных составляющих экологического кризиса (истощение сырьевых ресурсов, нехватка чистой пресной воды, возможные климатические катастрофы) наиболее угрожающий характер приняла проблема загрязнения природных ресурсов отходами промышленности и транспорта. Образование отходов в экономике России составляет 3,4 млрд т в год, в том числе 2,6 млрд т/год - промышленные отходы, 700 млн. т/год - жидкие отходы птицеводства и животноводства, 35-40 млн т/год - ТБО, 30 млн т /год - осадки очистных сооружений. Средний уровень их использования составляет около 26%, в том числе промотходы перерабатываются на 35%, ТБО - на 3-4%, остальные отходы практически не перерабатываются.

Номенклатура отходов весьма многообразна, тем не менее, на сегодняшний день не существует промышленных или бытовых отходов, которые нельзя было бы переработать тем или иным способом. Низкий уровень использования отходов объясняется, главным образом, не отсутствием технологий, а тем, что переработка большей части отходов в качестве вторичного сырья характеризуется низкой рентабельностью или вообще нерентабельна.

Обращение с отходами - деятельность, связанная с документированными организационно-технологическими операциями регулирования работ с отходами, включая предупреждение, минимизацию, учет и контроль образования, накопления отходов, а также их сбор, размещение, утилизацию, обезвреживание, транспортирование, хранение, захоронение, уничтожение и трансграничные перемещения. Минимизация отрицательных воздействий на окружающую среду достигается путем использования интегрированных процедур управления и планирования соответствующих мероприятий в сфере обращения с отходами.

*Целью* практических занятий является:

- изучение руководящих принципов обращения с отходами производства и потребления, нормативно-методического обеспечения в этой сфере, а также процедур, связанных с регулированием работ по обращению с отходами;
- изучение методов расчета и проектирования оборудования для переработки отходов;
- изучение вопросов, связанных с проектированием, эксплуатацией и рекультивацией полигонов для твердых бытовых отходов.

## *1 Методические указания к выполнению практических работ*

Комплекс практических работ включает три блока заданий:

1 *Нормативно-методические основы регулирования работ по обращению с отходами.*
2 *Технологические расчеты оборудования для механической переработки промышленных отходов.*
3 *Проектирование полигонов твердых бытовых отходов.*

Практические задания выполняются группой из 2-3 студентов. Варианты заданий указываются преподавателем. Результаты работы оформляются в виде итогового отчета по каждому циклу практических занятий. Отчет должен содержать титульный лист, задание, необходимые схемы, рисунки, пояснения и заключительные выводы по результатам работы. При его оформлении следует выполнять требования, изложенные в ГОСТ 7.32-01 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

## *2 Нормативно-методические основы регулирования работ по обращению с отходами*

В ходе выполнения работы студенты знакомятся с нормативно-методическим обеспечением работ по обращению с отходами и выполняют задание по составлению классификационных кодов отходов, указанных преподавателем. Зачет по работе проводится в форме собеседования по приведенным ниже вопросам.

*ГОСТ 30772-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения*

1 Основные принципы формирования терминологической системы.
2 Общая характеристика терминологии в сфере ресурсных аспектов деятельности.
3 Общая характеристика терминологии в сфере производственных аспектов деятельности.
4 Общая характеристика терминологии в сфере экологических аспектов деятельности.
5 Общая характеристика терминологии в сфере социальных аспектов деятельности.

*ГОСТ 30773-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла. Основные положения*

1 Сущность и типовые этапы технологического цикла отходов производства и потребления.
2 Общая характеристика стадий жизненного цикла изделия.
3 Социальные аспекты ликвидации объектов и отходов.
4 Производственно-технологические аспекты ликвидации объектов и отходов.
5 Ресурсные аспекты ликвидации объектов и отходов.

6 Аспекты безопасности ликвидации объектов и отходов.
7 Схемы образования и ликвидации основных видов объектов и отходов на стадиях жизненного цикла продукции, примеры.

*ГОСТ 30774—2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Паспорт опасности отходов. Основные положения*

1 Содержание паспорта опасности отходов.
2 Составление и оформление паспорта опасности отходов.
3 Правила оформления разделов паспорта отходов, примеры.

*ГОСТ 30775-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов. Основные положения*

1 Сущность и задачи системы классификации отходов.
2 Основные признаки классификации, идентификации и кодирования отходов.
3 Структура и порядок формирования полного классификационного кода отходов.
4 Составить классификационный код отходов:

- отходы производства деталей из дерева и мебельного производства (22/4)*;
- нефтесодержащие шламы (222/44);
- шламы, содержащие ртуть (100/24);
- адсорбенты и фильтрационные материалы, обтирочные ткани, защитная одежда (22/4);
- отходы от производства удобрений (222/44);
- оксиды тяжелых металлов и оксиды металлов с включениями тяжелых металлов (660/30);
- отходы от производства пестицидов и фармацевтических препаратов (54/6);
- затвердевшие краски и лаки (22/4);
- доменные шлаки (222/44);
- отходы термического медного производства (100/24);
- отходы производства стекла и стеклотары (222/14);
- опилки и частицы черных металлов (100/24);
- отходы машинных, механических и смазочных масел (22/4);
- упаковочные материалы, загрязненные минеральными или синтетическими маслами (36/3);
- резиновые изделия (22/4);
- отходы сжигания или пиролиза муниципальных и схожих коммерческих промышленных отходов (2222/44).

Примечания:
* - накоплено/интенсивность образования, т.
** ОКАТО - Общероссийский классификатор объектов административно-территориального деления. М 00000000.00000000//
*** ОКПО - Общероссийский классификатор предприятий и организаций. В 00000000.00000000//

## *3 Технологические расчеты оборудования для механической переработки промышленных отходов*

### Задача 1. Технологический расчет шаровой барабанной мельницы

**Барабанные мельницы** применяют для грубого и среднего помола. Основной элемент их конструкций - вращающийся в горизонтальной плоскости барабан, защищенный изнутри броневыми плитами, в который загружены мелющие тела (шары, стержни, морская галька). При вращении барабана мелющие тела прижимаются к его стенке центробежной силой, поднимаются до некоторой высоты и падают, измельчая материал ударом, раздавливанием и истиранием. Наиболее распространенная машина этой конструкции - шаровая диафрагмовая мельница, где мелющими телами являются стальные шары. Мельницы сухого помола обозначаются ШБМ, мокрого - МШР.

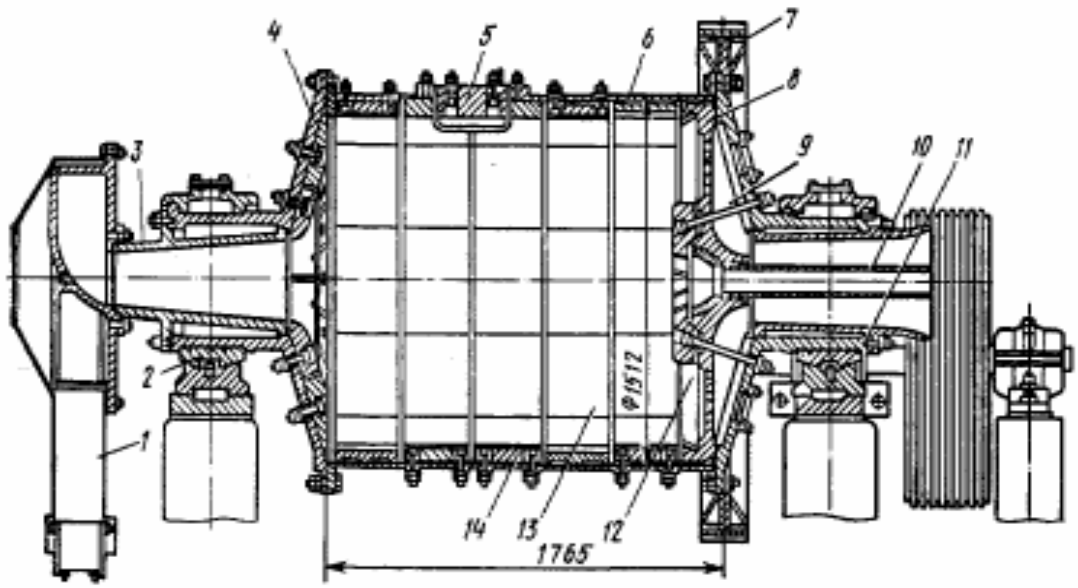



*Рисунок 1-Барабанная мельница*

Однокамерная мельница с диафрагмой (рисунок 1) представляет собой цилиндрический барабан *6,* к которому прикреплены торцовые днища *4.* Днища отливают совместно с полыми цапфами, которыми барабан опирается на подшипники, имеющие самоустанавливающиеся вкладыши *2.* Барабан и днища со стороны загрузки футерованы стальными бронеплитами, которые к днищу крепятся болтами, а в барабане располагаются параллельными, примыкающими друг к другу кольцами. В каждом кольце рядовые бронеплиты *13* замыкаются клиновой плитой *14,* прикрепляемой к барабану двумя болтами. Шары общей массой 3000 кг загружают через люк, который закрывают крышкой *5*.

Для облегчения загрузки и разгрузки материала полые цапфы снабжены конусными втулками *3* и *11*, расширяющимися в направлении движения материала. При мокром помоле материал в барабан подают улитковым пита-

телем *1*, который при каждом обороте барабана зачерпывает порцию материала из бассейна и направляет ее в конусную втулку *3*. Производительность мельницы регулируют изменением уровня материала в питающем бассейне. По мере продвижения вдоль барабана материал измельчается и выходит через втулку разгрузочной цапфы.

Для ускорения разгрузки мельница снабжена диафрагмой *8,* которая имеет радиальные перегородки (лифтеры) *9* и конические отверстия, а для предохранения от повреждения шарами прикрыта колосниковыми плитами *12* и сплошными бронеплитами. Для удаления излишка пульпы при случайной перегрузке мельницы служит труба *10.* При грубом помоле диафрагма увеличивает производительность мельницы на 15...30%, при тонком поломе ее эффективность снижается. В этом случае обычно применяют мельницы со свободной разгрузкой через полую цапфу. Барабан мельницы вращается от электродвигателя через клиноременную передачу и зубчатую пару с венцовой шестерней *7*. Частота вращения барабана 28 оборотов в минуту. Мощность электродвигателя 55 кВт. Производительность при мокром помоле и измельчении материала от 60 до 0,85 мм равна 6 т/ч, до 0,21 мм — 3 т/ч, до 0,07 мм— 1,5 т/ч.

*Технологический расчет шаровой барабанной мельницы*

1 Вычислить рабочий объем барабана:

$$V_r = \frac{3.14 * D^2 * L}{4}, \qquad (1)$$

где D - диаметр барабана, L - длина барабана.

2 Вычислить массу загружаемых шаров:

$$M_ш = \varphi * \rho_ш * \mu * V_r, \qquad (2)$$

$\mu = 0.57$ - коэффициент неплотности загрузки шаров

$\rho_ш = 7500$ кг/м.куб., - плотность материала шаров;

$\varphi = 0.33$ - коэффициент заполнения барабана шарами.

3 Вычислить число шаров, загруженных в барабан:

$$N_ш = M_ш / m_ш. \qquad (3)$$

4 Вычислить массу загрузки барабана сырьем:

$$M_з = 1.14 * M_ш. \qquad (4)$$

5 Вычислить критическую частоту вращения барабана (1/с):

$$n_{кр} = \frac{1}{2*\pi} * \sqrt{\frac{2*g}{D}}. \qquad (5)$$

6 Вычислить рабочую частоту вращения барабана (1/с):

$$n_p = (0.75 \div 0.8) * n_{кр}. \qquad (6)$$

7 Вычислить потребляемую мощность:

$$N = 0.39 * \frac{6.28 * n_p}{\eta} * \left(\frac{D}{2}\right) * M_з * g. \qquad (7)$$

8 Вычислить требуемую мощность:

$$N_{дв} = N/0.9 \quad (8)$$

Исходные данные для расчета приведены в таблице 1.

*Таблица 1 - Исходные данные*

| Параметр \ Вариант | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **D, м**<br>**L, м**<br>**$m_ш$, кг** | 1,25<br>3,5<br>2 | 1,5<br>4,0<br>4 | 1,75<br>6,0<br>6 | 2,0<br>8,0<br>8 | 1,25<br>7,0<br>10 | 1,5<br>5,0<br>3 | 1,75<br>9,0<br>5 | 2,0<br>9,5<br>7 | 1,75<br>10,0<br>9 | 2,25<br>10,5<br>12 |
| **η** | 0,8 – 0,9 | | | | | | | | | |

## Контрольные вопросы

1 Что характеризует значение диаметров кусков сырья и продукта?
   1) средний линейный размер наибольшего куска материала;
   2) максимальный линейный размер наибольшего куска материала;
   3) среднемассовый диаметр частиц порции материала.

2 Цель измельчения твердых сыпучих материалов:
   1) образование новых поверхностей;
   2) удобство транспортировки расфасовки;
   3) соответствие продукта требованиям стандарта.

3 Какую частоту вращения барабана барабанной мельницы называют критической?
   1) когда шары начинают вращаться вместе с барабаном;
   2) когда режим движения шаров становится водопадным;
   3) когда производительность мельницы превышает установленную изготовителем.

4 Какова доля измельчаемого в массе загрузки барабанной мельницы?
   1) 50%;
   2) 25%;
   3) 15%.

5 Каким образом происходит измельчение материала в барабанных мельницах?
   1) вследствие истирания в струе газа;
   2) вследствие контакта с мелющими телами;
   3) вследствие взаимных соударений.

6 Цель предварительной классификации материала подаваемого на измельчение?
   1) отделить слишком крупные куски материала;
   2) выявить и удалить недробимые предметы;
   3) уменьшить энергозатраты и получить более однородный продукт.

7 Какой элемент конструкции характерен для барабанных мельниц?

1) сито для отбора частиц продукта;
2) мелющие тела;
3) вращающийся ротор.

### Задача 2 Технологический расчет щековой дробилки

**Щековые дробилки** применяются для крупного и среднего дробления. Куски сырья дробятся между подвижной и неподвижной щеками, на которых крепятся броневые плиты, часто рифленые в продольном направлении. Крупность кусков продукта определяется величиной зазора между плитами, которая регулируется перемещением распорных клиньев. Для предотвращения разрушения дробилки при попадании недробимых предметов (кусков металла) одну из нажимных плит делают клепаной. Различают дробилки с простым качанием подвижной щеки (ЩДП), где материал измельчается преимущественно раздавливанием, - и со сложным качанием (ЩДС), где кроме раздавливания происходит истирание материала. ЩДС более компактны, более производительны и менее энергоемки.

Щековая дробилка с простым движением щеки (рисунок 2) состоит из станины *1,* неподвижной щеки *2,* подвижной щеки *4,* эксцентрикового вала *6,* шатуна *15,* распорных плит *13,* вертикального регулировочного клина *10* и

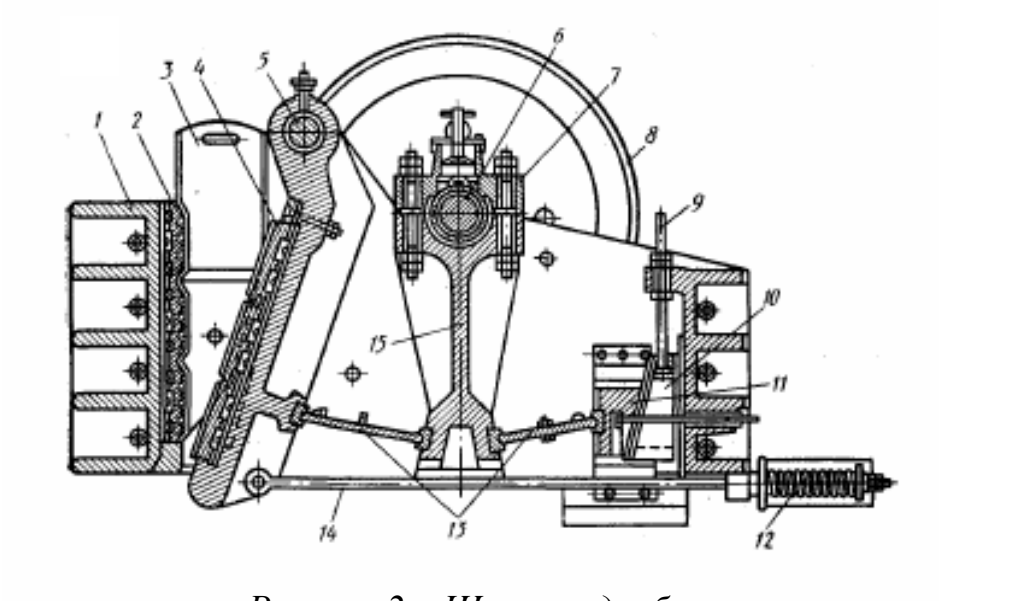



*Рисунок 2 – Щековая дробилка*

горизонтального *11,* тяги *14 с* пружиной *12,* приводного шкива и двух маховиков *8.* Станина представляет собой раму, состоящую из двух боковых, передней и задней стенок, соединенных болтами. Малые дробилки имеют сварные или цельнолитые станины. Стенки станины выполняют с ребрами, обеспечивающими жесткость и прочность конструкции при наименьшем весе. В передней стенке станины крепят дробящие плиты, образующие неподвижную щеку. Подвижную щеку подвешивают свободно на оси *5*, которая опирается на два подшипника, укрепленные на боковых стенках станины. Под-

вижная щека также футеруется дробящими плитами. Для предохранения станины от износа служат два боковых клина *3*, верхняя часть которых вместе с кромками щек образует загрузочное отверстие.

Достоинства щековых дробилок: простота конструкции, надежность, широкая область применения, компактность, удобство обслуживания. Недостатки: периодичность воздействия рабочего органа на материал, неполная уравновешенность движущихся масс. Для уменьшения шума и ударов, связанных с неуравновешенностью, дробилки устанавливают на тяжелых фундаментах и снабжают массивными маховиками.

*Технологический расчет щековой дробилки*

По заданной объемной ($V$) или массовой ($G$) производительности, начальной ($d_н$) и конечной ($d_к$) крупности кусков, насыпной плотности ($\rho_н$) материала определяются: угол захвата ($\alpha$), частота вращения приводного вала ($n$), геометрические размеры, потребляемая мощность. На основе результатов расчета выбирается типоразмер стандартной дробилки и их необходимое количество.

В большинстве стандартных дробилок используется шарнирно-рычажный привод и частота вращения приводного вала совпадает с частотой качаний подвижной щеки, которую определяют из следующих соображений:

- для высыпания из рабочей камеры материала, объем которого соответствует высоте $h$, необходимо время $\tau_2 = \sqrt{2 \cdot h/g}$; (9)

- пренебрегая изменением угла захвата при качании, примем $h = s/\mathrm{tg}\,\alpha$, где $s$ - размах качаний щеки, угол захвата $\alpha$ = 15-25°.

Для определения величины $s$ в мм рекомендована формула

$$s = a_1 + a_2 \cdot e, \quad (10)$$

где $a_1$ и $a_2$ – зазоры между щеками, для ЩДС $a_1$=7, $a_2$=0.1; для ЩДП $a_1$ =8, $a_2$=0.26.

Число полных качаний в секунду $n = \sqrt{g \cdot \mathrm{tg}\,\alpha/(8 \cdot s)}$ (11)

Основные размеры дробилки - это ее длина $L$, ширина пасти $B$, ширина выходной щели $e$ и высота передней стенки $H$.

Величина $B$ должна на 15-20% превышать размер наибольших кусков сырья:

$$B = (1.15 \div 1.2) \cdot d_н. \quad (12)$$

Высота передней стенки $H = (B - e)/\mathrm{tg}\,\alpha$ (13)

Необходимая производительность дробилки определяется заданной длиной: за одно качание щеки из дробилки высыпается объем материала, равный

$$v = L \cdot h \cdot (e + s/2) \approx d_к \cdot L \cdot s/\mathrm{tg}\,\alpha, \quad (14)$$

следовательно ее объемная производительность $V = \mu \cdot v \cdot n$, (15)

где $\mu$=0.2-0.6 - коэффициент разрыхления, а массовая производительность – $G = \rho_н \cdot V$.

Потребляемую щековой дробилкой мощность рекомендуют определять по формуле:

$$N = 4 \cdot 10^4 \cdot L \cdot H \cdot s \cdot n / \eta, \quad (16)$$

где $\eta$ - к.п.д. дробилки (0.5-0.75).

Исходные данные для расчета приведены в таблице 2.

*Таблица 2-Исходные данные*

| **Вариант / Параметр** | **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Тип дробилки* | ЩДП | ЩДС | ЩДП | ЩДС | ЩДП | ЩДС | ЩДП | ЩДС | ЩДП | ЩДС |
| *e, мм* | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
| $d_н$, *мм* | 12 | 24 | 36 | 48 | 60 | 72 | 84 | 96 | 108 | 120 |
| $d_к$, *мм* | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 | 19 | 21 |
| *L, мм* | 400 | 800 | 1200 | 1600 | 1800 | 2000 | 2100 | 2200 | 2400 | 2800 |
| $\rho_н$, *т/м*$^3$ | 2,8 | | | | | | | | | |

**Контрольные вопросы**

1 С какой целью в конструкции дробилки используют массивные маховики?
   а) для увеличения мощности дробилки;
   б) для выравнивания нагрузки;
   в) для увеличения габаритов дробилки.

2 Что повлечет за собой увеличение величины угла захвата?
   а) увеличится высота дробилки;
   б) увеличится производительность дробилки;
   в) уменьшится производительность дробилки.

3 Привод дробилки включает в себя:
   а) вариатор;
   б) неподвижную щеку;
   в) маховик.

4 От каких факторов зависит необходимое количество энергии для измельчения материала?
   а) от размера;
   б)от прочности;
   в) от состояния рабочих поверхностей машины.

5 Почему дробильная камера имеет форму клина?
   а) чтобы не застревал материал;
   б) чтобы под воздействием силы тяжести материал проскальзывал вниз;
   в) для простоты конструкции.

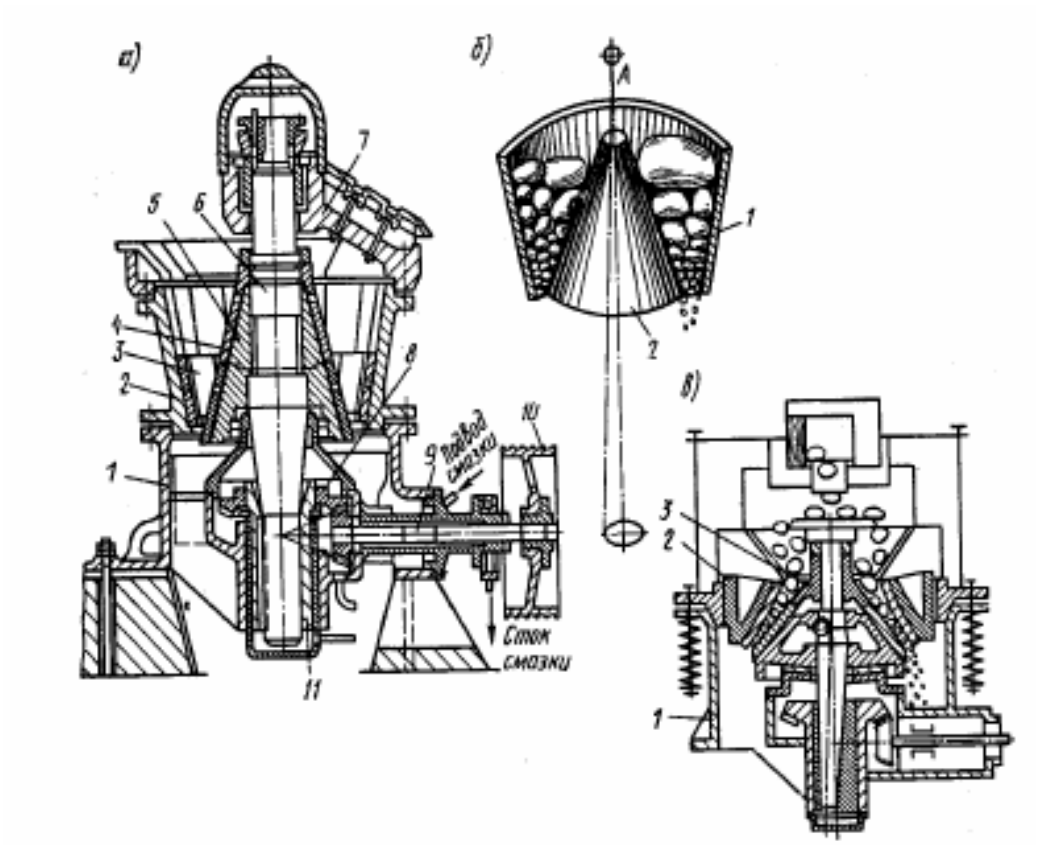
6 Чем характеризуется процесс дробления?

а) отношение размера куска исходного материала к размеру куска готового продукта;
б) отношение размера куска готового продукта к размеру куска исходного продукта;
в) отношение размера куска исходного материала к размеру куска готового продукта, умноженное на 2.

**Задача 3 Технологический расчет конусной дробилки**

**Конусные дробилки** применяют для крупного (ККД), среднего (КСД) и мелкого (КМД) дробления. Дробление осуществляется раздавливанием и истиранием в пространстве между двумя усеченными конусами - неподвижным корпусом и дробящей головкой, вал которой закреплен в стакане-эксцентрике. При вращении головка с одной стороны приближается к корпусу, разрушая куски сырья, а с другой - удаляется от него, обеспечивая высыпание продукта. Головки дробилок КМД имеют форму полного конуса, поэтому их называют грибовидными.

Конусные дробилки с подвесным валом (рисунок 3 а,б) имеют станину




*а, б - конусная дробилка с подвесным валом; в – конусная дробилка с грибовидной головкой.*
*Рисунок 3 –Конусные дробилки*

*1*, наружный конус *2,* футерованный бронеплитами *3.* Над конусом установлена поперечина *7*, в центральной части которой на кольцевой подпятник

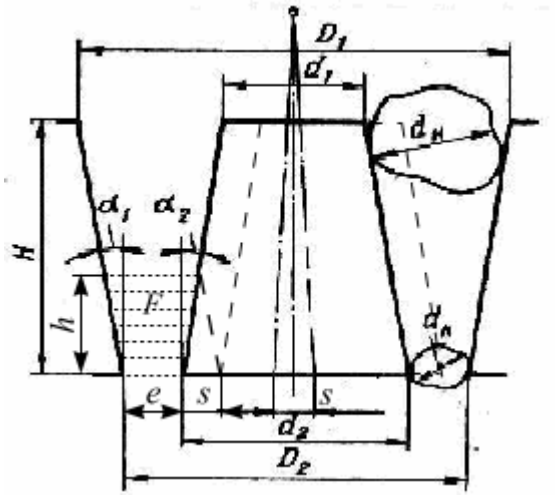
опирается верхняя часть вала *6 с* внутренним дробящим конусом *5*, футерованным бронеплитами *4.* Вал приводится в движение эксцентриковым стаканом *11,* который вращается от привода через шкив *10,* приводной вал *9* и пару конических зубчатых колес *8.* Конусные дробилки с грибовидной головкой (рисунок 3, в) служат для вторичного среднего и мелкого дробления и обеспечивают получение более однородного по крупности материала. Такая дробилка имеет станину *1*, наружный конус неподвижный *2* и внутренний подвижный *3.*

Преимущества конусных дробилок перед щековыми: непрерывное воздействие на материал, большая производительность, уравновешенность. Недостатки - большие габариты, повышенная энергоемкость.

*Технологический расчет конусной дробилки*

Угол захвата (угол между образующими корпуса и головки) должен быть меньше двух углов внешнего трения $\alpha \le 2 \cdot \varphi$, частота вращения дробящей головки определяется из условия равенства длительностей половины ее оборота и высыпания объема продукта, соответствующего высоте $h$:

$$1/(2 \cdot n) = \sqrt{2 \cdot h/g}.$$




В данном случае $h = s/(\mathrm{tg}\alpha_1 + \mathrm{tg}\alpha_2)$, где амплитуда возвратно-поступательного движения головки $s$ примерно равна удвоенному эксцентриситету вращения ее вала, а углы $\alpha_1$ и $\alpha_2$ в сумме образуют угол захвата, т.е. $\alpha_1 + \alpha_2 = \alpha$ (в расчетах их обычно принимают равными ($\alpha/2$). Отсюда необходимая частота вращения вала дробящей головки

$$n = \sqrt{g \cdot \mathrm{tg}(\alpha/2)/(4 \cdot s)}.$$

*Рисунок 4 – Схема определения угла захвата*

Основные размеры дробилки, т.е. диаметры верхней и нижней части корпуса ($D_1$, $D_2$), головки ($d_1$, $d_2$) и их высота ($H$), связаны с заданной производительностью. Объемная и массовая производительности конусной дробилки вычисляются по тем же формулам, что и для щековой с учетом того, что за одно круговое качание головки из рабочей камеры высыплется объем материала, равный

$$v = \pi \cdot D_c \cdot F, \tag{17}$$

где $D_c = D_2 - s - e$ - средний диаметр кольца материала сечением

$$F = (e + s) \cdot h - s \cdot h/2 = (e + s/2) \cdot \frac{s}{2 \cdot \mathrm{tg}(\alpha/2)}.$$

Таким образом, определив по известным значениям $s$ и $d_к$ ширину выходного кольца $e = d_к - s/2$, можно по заданной производительности найти

диаметр нижней части корпуса $D_2$, а затем - диаметр нижней части головки $d_2 = D_2 - 2 \cdot e - s$.

Значение $H$ вычисляется по одной из двух формул

$$H = \frac{D_1 - D_2}{2 \cdot \mathrm{tg}(\alpha/2)} = \frac{d_2 - d_1}{2 \cdot \mathrm{tg}(\alpha/2)}, \qquad (18)$$

а $D_1$ и $d_1$ - из решения системы уравнений

$$\begin{cases} D_1 - D_2 = d_2 - d_1 \\ D_1 = d_1 + 2.2 \cdot d_н \end{cases}.$$

Потребляемую конусной дробилкой мощность рекомендуют определять по формуле:

$$N = 5 \cdot \sigma_{сж}^2 \cdot G \cdot \lg i / (\eta \cdot E \cdot \rho_н), \qquad (19)$$

где $\sigma_{сж}$, $E$ - предел прочности кусков материала при сжатии и модуль их упругости, $i = d_н / d_к$. К.п.д. конусных дробилок $\eta$=0.7-0.85.

Исходные данные для расчета приведены в таблице 3.

*Таблица 3-Исходные данные*

| Параметр \ Вариант | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *s, мм* | 4 | 6 | 8 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
| $d_н$, *мм* | 12 | 24 | 36 | 48 | 60 | 72 | 84 | 96 | 108 | 120 |
| $d_к$, *мм* | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 | 19 | 21 |
| *G, т/ч* | 50 | 80 | 100 | 140 | 160 | 200 | 250 | 300 | 400 | 600 |
| $\rho_н$, *т/м*$^3$ | 2,8 | | | | | | | | | |
| $\sigma_{сж}$, *МПа* | 200 | | | | | | | | | |
| *E, МПа* | 260 | | | | | | | | | |

**Контрольные вопросы**

1 Цель измельчения твёрдых сыпучих материалов:

а) образование новых поверхностей;

б) удобство транспортировки и фасовки;

в) соответствие продукта требованиям стандарта.

2 Чему соответствует максимально допустимый угол захвата дробилки?

а) удвоенному углу внутреннего трения материала;

б) удвоенному углу внешнего трения материала;

в) углу естественного откоса материала.

3 Какая защита от попадания недробимых предметов предусмотрена в дробилке ККД?

а) не предусмотрена;

б) пружины поднимающие корпус относительно головки;

в) возможность осевого перемещения головки.

4 Какую из конусных дробилок называют грибовидной?

а) крупного дробления;

б) среднего дробления;

в) мелкого дробления.

5 У какой из перечисленных отсутствует угол захвата?

а) щековая;

б) конусная;

в) молотковая.

6 Какая схема измельчения более производительна и менее энергоёмка?

а) открытый цикл;

б) замкнутый цикл;

в) в несколько приемов.

7 Конструктивные отличия конусной дробилки от щековой?

а) принцип воздействия на материал;

б) дробящий элемент;

в) наличие защиты от недробящихся веществ.

8 От каких параметров в большей степени зависит производительность конусной дробилки?

а) от плотности материала;

б) от погоды;

в) от размера исходного материала.

9 От чего зависит число оборотов вала дробящей головки?

а) от эксцентриситета вала;

б) от электродвигателя;

в) от материала изготовления дробящей головки.

10 Какой принцип воздействия на материал осуществляется в конусной дробилке?

а) раздавливание;

б) истирание;

в) раздавливание и истирание.

## Задача 4 Технологический расчет вибрационного грохота

**Вибрационный грохот** (рисунок 5) конструктивно аналогичен плоскому качающемуся. Вибрацию сит, установленных внутри короба на пружинах, создает вращение вала вибровозбудителя с дебалансами. Траектория движения сит у большинства промышленнных грохотов близка к круговой и может варьироваться жесткостью пружин и величиной дебалансов до прямолинейной. Привод вибровозбудителя может быть установлен на отдельном фундаменте или непосредственно на корпусе грохота. Более популярна первая схема, при использовании которой электродвигатель и кабель не подвергаются воздействию вибрации, хотя колебания расстояния между центрами ведущего и ведомого шкивов приводят к быстрому износу ремней и подшипников. Вибрационные грохоты постепенно вытесняют барабанные и плоские

качающиеся, т.к. для них характерны высокая эффективность грохочения (90-95%), малая энергоемкость, высокая производительность.

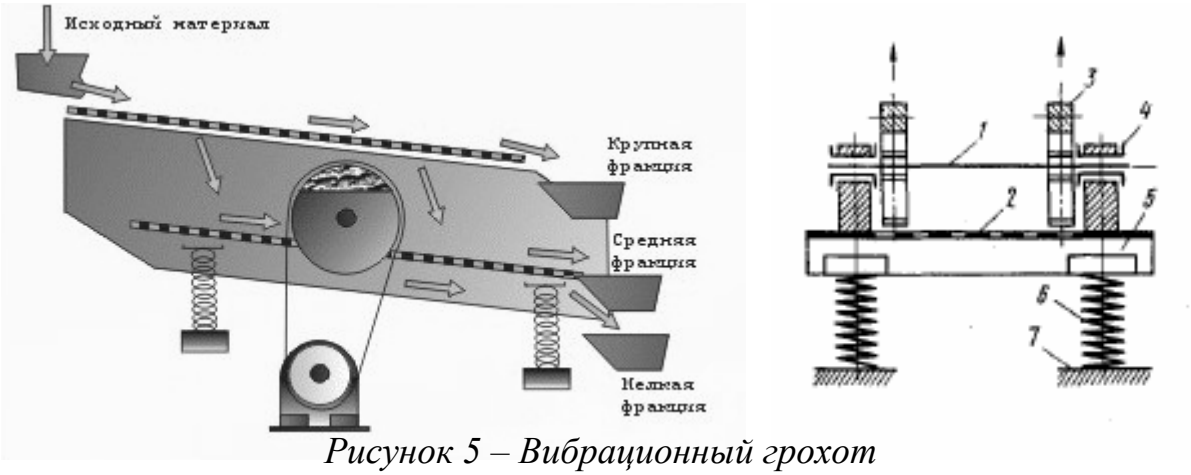



*Рисунок 5 – Вибрационный грохот*

Принцип действия инерционного грохота показан на схеме (рисунок 5).

Рама *5* с просеивающей поверхностью *2* опирается на фундаментную плиту *7* посредством пружин *6*. На раме в подшипниках *4* от привода вращается вал *1* с неуравновешенными грузами *3*. Центробежные силы вызывают круговые колебания грохота в плоскости, перпендикулярной валу *1*. Вибрация передается материалу, что способствует прохождению мелких частиц между крупными и их просеиванию. Для продвижения материала по просеивающей поверхности ей придают слегка наклонное положение или применяют вибраторы с направленными колебаниями.

*Технологический расчет вибрационного грохота* базируется на эмпирических зависимостях. Исходные данные: массовая производительность ($G$), эффективность грохочения ($E$), размер отверстий сита ($b$), отношение $L/B$, нормативная удельная объемная производительность ($q$) при эффективности грохочения 92.5% (дается в справочниках как функция $b$), доля ($m$) нижнего класса в исходном материале и его насыпная плотность ($\rho_н$). Расчет сводится к определению:

- радиуса круговых колебаний грохота $r = 0.15 \cdot b + 0.001$;
- частоты вибраций $n = 0.17 \cdot r^{-0.8}$;
- расчетной ширины сита.

$$B_р = \sqrt{\frac{G}{K_о \cdot q \cdot \rho_н \cdot (L/B)}}, \qquad (20)$$

где $K_о = (1 - E)/0.075$ - коэффициент точности отсева;

- ширины и длины сита $B = B_р/0.95, \;\; L = B \cdot (L/B)$;
- оптимального угла наклона сита $\alpha = 4140 \cdot G/(\rho_н \cdot B + 135 \cdot G)$;
- фактической удельной объемной производительности $q_р = G/(\rho_н \cdot B_р \cdot L)$;
- оптимальной скорости движения материала по ситу $v = 0.16 + 0.54 \cdot q_р$;
- среднего времени пребывания частицы материала на грохоте $\tau = L/v$;
- массы материала на сите $M = G \cdot \tau \cdot (1 - m \cdot E/2)$.

Исходные данные для расчета приведены в таблице 4.

*Таблица 4-Исходные данные*

| Параметр \ Вариант | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *E* | 0,90 | 0,95 | 0,92 | 0,94 | 0,93 | 0,90 | 0,95 | 0,92 | 0,94 | 0,93 |
| *b, мм* | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 |
| *L/B* | 1,5 | 2,0 | 1,5 | 2,0 | 1,5 | 2,0 | 1,5 | 2,0 | 1,5 | 2,0 |
| *q, м$^3$/с* | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,015 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,015 |
| *G, т/ч* | 50 | 80 | 100 | 50 | 80 | 100 | 50 | 80 | 100 | 70 |
| *m* | 0,4 | 0,3 | 0,8 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,8 | 0,5 | 0,4 |
| *G, т/ч* | 50 | 80 | 100 | 50 | 80 | 100 | 50 | 80 | 100 | 70 |
| $\rho_н$, *т/м$^3$* | 2,8 | | | | | | | | | |

## Контрольные вопросы

1 Для чего используется классификация?

а) для выделения из массы исходного материала частиц заданного размера;

б) для высушивания исходного материала до заданного значения;

в) для очищения воздуха от примесей.

2 Какой параметр характеризует качество процесса грохочения?

а) эффективность грохочения ;

б) массовая производительность ;

в) доля нижнего класса в исходном материале .

3 Главное отличие инерционного грохота:

а) вращающийся барабан;

б) наличие устройств, обеспечивающих вибрацию сит;

в) короб, подвешенный на подвесках.

4 Расположение электродвигателя:

а) не ближе, чем на 3м от корпуса;

б) непосредственно на коробе или рядом на фундаменте.

5 Основное требование к конструкции сит:

а) точность изготовления отверстий;

б) максимальная световая поверхность;

в) простота изготовления.

6 Чем определяется выбор профиля отверстий листовых сит?

а) размерами частиц просеиваемого материала;

б) прочностными свойствами сита;

в) формой частиц просеиваемого материала.

7 Какой должна быть выполнена форма сита для обеспечения равномерного распределения материала на его поверхности ?

а) вогнутой;

б) выпуклой ;

в) горизонтальной.

8 От чего зависит стабильность работы грохота ?

а) от точности изготовления сетки ;

б) от натяжения сетки ;

в) от равномерной подачи просеиваемого материала на сито.

## *4 Проектирование полигонов твердых бытовых отходов*

В ходе выполнения работы студенты знакомятся с «Инструкцией по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов твердых бытовых отходов» и выполняют задание по варианту, указанному преподавателем. Зачет по работе проводится в форме собеседования по приведенным ниже вопросам.

1 Состав проекта .
2 Выбор участка под полигон и изыскательские работы.
3 Расчет вместимости полигона .
4 Проектирование участка складирования.
5 Хозяйственная зона и инженерные сооружения.
6 Санитарно-защитная зона и система мониторинга.
7 Организация работ по эксплуатации полигона.
8 Сдвигание, уплотнение и изоляция ТБО при траншейной схеме.
9 Закрытие полигона и передача участка под дальнейшее использование.
10 Рекультивация территорий закрытых полигонов.
11 Организация работ по охране труда и противопожарные мероприятия.

*Исходные данные.* Расчетный срок эксплуатации Т. Годовая удельная норма накопления ТБО с учетом жилых зданий и непромышленных объектов на год проектирования $Y_1$. Количество обслуживаемого населения на год проектирования $H_1$, прогнозируется через Т лет с учетом близко расположенных населенных пунктов $H_2$. Высота складирования ТБО, предварительно согласованная с архитектурно-планировочным управлением, $H_п$.

*Таблица 5 – Исходные данные*

| **Вариант / Исходные данные** | **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Расчетный срок эксплуатации Т, лет** | 20 | 25 | 30 | 40 | 20 | 25 | 30 | 40 | 20 | 30 |
| **Годовая удельная норма накопления ТБО $Y_1$, м$^3$/чел/год** | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,1 |
| **Количество обслуживаемого населения на год проек-** | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **тирования $H_1$ , тыс. чел** | | | | | | | | | | |
| **Количество обслуживаемого населения на год закрытия полигона $H_2$, тыс. чел** | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 |
| **Высота складирования ТБО $H_п$, м** | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 40 | 35 | 30 | 25 | 40 |

1. Расчет проектируемой вместимости полигона ТБО.

Вместимость полигона $E_т$ на расчетный срок определяется по формуле:

$$E_т = \frac{(Y_1 + Y_2)}{2} \times \frac{(H_1 + H_2)}{2} \times T \frac{K_2}{K_1} = (Y_1 + Y_2)(H_1 + H_2) \times T \times K_2 : 4K_1, \qquad (21)$$

где $Y_1$ и $Y_2$ - удельные годовые нормы накопления ТБО по объему на 1-й и последний годы эксплуатации, $м^3$/чел/год;

$H_1$ и $H_2$ - количество обслуживаемого полигоном населения на 1-й и последний годы эксплуатации, чел.;

Т - расчетный срок эксплуатации полигона, год;

$K_1$ - коэффициент, учитывающий уплотнение ТБО в процессе эксплуатации полигона на весь срок Т;

$K_2$ - коэффициент, учитывающий объем наружных изолирующих слоев грунтов (промежуточный и окончательный).

Удельная годовая норма накопления ТБО по объему на 2-й год эксплуатации определяется из условия ежегодного роста ее по объему на 3% (среднее значение по РФ 3-5%).

$$Y_2 = Y_1 \cdot 1{,}3 \cdot T. \qquad (22)$$

Коэффициент $K_1$, учитывающий уплотнение ТБО в процессе эксплуатации полигона за весь срок Т, принимается по таблице 6 с учетом применения для уплотнения бульдозера массой 14 т. Коэффициент $K_2$, учитывающий объем изолирующих слоев грунта в зависимости от общей высоты, принимаем по таблице 7.

2 Расчет требуемой площади земельного участка полигона.

Площадь участка складирования ТБО будет:

$$Фу.с. = 3 \cdot E_m : Hп \qquad (23)$$

3 - коэффициент, учитывающий заложение внешних откосов 1; 4.

*Таблица 6- Исходные данные*

| Масса бульдозера или катка, т | Полная проектируемая высота полигона, м | $К_1$ |
|---|---|---|
| 3-6 | 20 - 30 | 3 |
| 12-14 | менее 10 | 3,7 |
| 12-14 | 20 - 30 | 4 |
| 20-22 | 50 и более | 4,5 |

Значение $К_1$ приведены при соблюдении послойного уплотнения ТБО, оседания в течение не менее 5 лет и плотности ТБО в местах сбора $р_1$ =200 кг/м$^3$.

*Таблица 7 – Исходные данные*

| Общая высота, м | 5,25 | 7,5 | 9,75 | 12-15 | 16-49 | 40-50 | Более 50 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $К_2$ | 1,37 | 1,27 | 1,25 | 1,22 | 1,2 | 1,18 | 1,16 |

Требуемая площадь полигона составит:

$$Ф = 1{,}1Ф_{у.с.} + Ф_{доп}\ , \qquad (24)$$

где 1,1 - коэффициент, учитывающий полосу вокруг участка складирования;

$Ф_{доп}$ =1 - 2 га - площадь участка хозяйственной зоны и площадки мойки контейнеров

Реальный участок складирования ТБО в проекте имеет прямоугольную форму длиной L м, шириной В м (где $Ф = L{\cdot}B$).

3 Расчет фактической вместимости полигона.

Полигон проектируется на плоском рельефе. Высота полигона Н определяется из условия заложения внешних откосов 1:4 и необходимости иметь размеры верхней площадки, обеспечивающие надежную работу мусоровозов и бульдозеров:

$$H = B : 8 - н\ , \qquad (25)$$

где В - ширина участка складирования, м;

8 - двойное заложение откосов (4х2);

н - показатель снижения высоты полигона, обеспечивающий оптимальные размеры плоской верхней площадки, м.

Минимальная ширина верхней площадки определяется удвоенным радиусом разворота мусоровозов с соблюдением правила размещения мусоровозов не ближе 10 м от откоса:

$$B_в = 9{\cdot}2 + 10{\cdot}2 = 38\ м. \qquad (26)$$

Для удобства работ на верхней площадке принимаем ее ширину равной ≈ $2В_в$.

Показатель снижения высоты будет:

$$н = 2B_в : 8. \qquad (27)$$

Фактическая вместимость полигона с учетом уплотнения рассчитывается по формуле усеченной пирамиды:

$$E_{ф} = \frac{1}{3}\left(C_1 + C_2 + \sqrt{C_1 C_2}\right)H \ , \qquad (28)$$

где $C_1$ и $C_2$ – площади основания и верхней площадки, м$^2$.

Длина верхней плоской площадки составляет:

$$L_в = L \ - H \cdot 8. \qquad (29)$$

Ширина верхней площадки будет:

$$B_в = B - H \cdot 8. \qquad (30)$$

По формуле (28) рассчитывается фактическая вместимость *Еф.*

## Список литературы


1 Акимова Т.А., Кузьмин А.П., Хаскин В.В. Экология. Природа-человек-техника [Электронный ресурс]: Учебник для вузов / Под общ. ред. А.П. Кузьмина. – М.: ЮНИТИ – ДАНА, 2001. – электрон. опт. диск (CD-ROM).

2 Бобович Б.Б. Переработка промышленных отходов: Учебник для вузов. - М.: СП Интернет, 1999.

3 Дрейер А.А., Сачков А.Н., Никольский К.С., Маринин Ю.И., Миронов А.В. Твердые промышленные и бытовые отходы, их свойства и переработка [Электронный ресурс].- М., 1997 г. – электрон. опт. диск (CD-ROM). Режим доступа: http://www.ecoline.ru/mc/waste/!index.htm

4 Дьяконов К. Н. Экологическое проектирование и экспертиза: Учебник для вузов / К.Н. Дьяконов, А.В. Дончева. - М.: Аспект Пресс, 2002. - 384 с.

5 Инженерная защита окружающей среды : учебное пособие / Под ред. О. Г. Воробьева. – СПб.: Лань, 2002.

6 Инженерная экология: Учебник/ Под ред. В.Т.Медведева.–М.: Гардарики, 2002.- 687 с.

7 Лекции по курсу « Оборудование промышленной экологии» [Электронный ресурс]: Электр. уч.-мет. комплекс «Автоматизированное проектирование технологического оборудования», Тамбов, ТГТУ. -2005. – электрон. опт. диск (CD-ROM).

8 Михалева З. А., Коптев А. А., Таров В. П. Методы и оборудование для переработки сыпучих материалов и твердых отходов [Электронный ресурс]: Учеб. пособие. - Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2002. - 64 с. – электрон. опт. диск (CD-ROM).

9 Пособие к СНиП 11- 01- 95 по разработке раздела проектной документации "Охрана окружающей среды" [Электронный ресурс]: Утв. Гос. ком. РФ по охране окружающей среды 30.03.2000г. № 13-1/25-477. – электрон. опт. диск (CD-ROM).

10 Родионов А.И. Технологические процессы экологической безопасности (Основы энвайроменталистики) [Электронный ресурс]: Учебник для студентов технических и технологических специальностей / А. И. Родионов, В. Н. Клушин, В. Т. Систер. – Калуга : Изд-во Н. Бочкаревой, 2000. – 800 с. – электрон. опт. диск (CD-ROM).

11 Родионов А.И., Клушин В.Н., Торочешников Н.С. Техника защиты окружающей среды [Электронный ресурс]: Учебник для вузов.- М.: Химия, 1989. – электрон. опт. диск (CD-ROM).

12 Сметанин В И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления [Электронный ресурс] — М.: Колос, 2000. — 232 с.: ил. — (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). – электрон. опт. диск (CD-ROM).

13 Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник: В 3 т.- Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2003. —1021с.
14 Тимонин А.С. Основы расчета и конструирования химико-технологического и природоохранного оборудования: Справочник: В 3 т. - Изд. 2-е.- Калуга: Изд. Н. Бочкаревой, 2002. — 996 с.
15 Учебное пособие « Решение задач промышленной экологии» [Электронный ресурс]: Электр. уч.-мет. комплекс «Автоматизированное проектирование технологического оборудования».- Тамбов: ТГТУ, 2005. – электрон. опт. диск (CD-ROM).
16 Хотунцев Ю. Л. Экология и экологическая безопасность : Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Безопасность жизнедеятельности» / Ю. Л. Хотунцев. - 2-е изд., перераб. - М.: Академия, 2004. - 480 с.

*Левашов Сергей Петрович*
*Семенов Виктор Васильевич*
*Коновалов Максим Николаевич*

# Обращение с отходами производства и потребления

Методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Системы защиты литосферы» для студентов специальности 280101

Редактор - Н.А. Леготина

| | | |
|---|---|---|
| Подписано в печать | Формат 80 64 1/16 | Бумага тип №1 |
| Печать трафаретная | Усл.печ. л. 1,5 | Уч. изд. л.1,5 |
| Заказ | Тираж 150 | Цена свободная |

Редакционно-издательский центр КГУ.
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25,
Курганский государственный университет.