

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3

### Расчет нормативов образования твердых отходов

(на примере работы предприятия по подготовке и обогащению руды)

**Цель работы:** расчет нормативов образования твердых отходов на предприятии по подготовке и обогащению руды.

#### 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.

1.1. Проектируемое предприятие включает цех дробления, сортировки и сушки; цех сухого измельчения и обогащения руды; подсобно-вспомогательные производства.

Годовая производительность планируемого предприятия (по концентрату) 130 тыс. т.

1.2. Режим работы предприятия 250 рабочих дня в году – в три смены по 8 часов.

1.3. Планируемое количество рабочего персонала на предприятии – (29 +n) человек.

1.4. При работе предприятия образуются следующие виды отходов:

1. При периодическом и плановом обслуживании станков в ремонтномеханической мастерской и замене масла в станках образуется:

- отработанное индустриальное масло;
- промасленная ветошь;
- стружка черных металлов.

2. При работе на заточных станках в ремонтной мастерской образуются такие виды отходов, как:

- лом абразивных изделий;
- пыль абразивно-металлическая.

3. При зачистке резервуаров с топливом (топливо используется для процесса сушки руды) образуется:

- нефтешлам.

4. Кроме перечисленных отходов на предприятии образуются следующие отходы потребления:

- отработанные ртутные лампы;
- стеклобой оконный и от ламп накаливания;
- бытовые отходы;
- смет с территории;
- тряпье.

Отходов руды не образуется. Образующаяся при сушке пыль улавливается циклонами и возвращается на предприятие для дальнейшей упаковки и отправки потребителям (пыль руды является промпродуктом, который можно использовать, например, при бурении скважин).

## **РАСЧЕТ НОРМАТИВОВ ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ**

### *1. Расчет образования отработанных ртутных ламп.*

Ртутные лампы применяются для освещения помещений и территории предприятия. Для освещения помещений и цехов предприятия установлены ртутные лампы типа ДРЛ-250 – (34+n) штуки. Режим работы предприятия 250 дней в году в три смены по 8 часов. Для освещения территории используются лампы типа ДРЛ-400 в количестве (5+n) штук. Режим работы этих ламп – в среднем 12 часов в сутки 365 дней в году.

Где n-номер варианта по списку журнала

Для ламп ДРЛ-250 (освещение помещений):

Максимальный период эксплуатации ламп этого типа (Tr) 12000 часов/год.

Продолжительность работы ламп этого типа на проектируемом предприятии составляет:

$$t = f \cdot t_{\text{ч}} \cdot n, \text{ часов / год.}$$

где f – количество смен на предприятии,  $t_{\text{ч}}$  – количество часов в смене, ч, n – количество рабочих дней в году.

$$t = 3 \text{ смены} \cdot 8 \text{ часов} \cdot 250 \text{ дней} = 6000 \text{ часов / год.}$$

Количество ламп, которое потребуется для освещения помещений, составит:

$$O_{\text{помещений}} = (O_{\text{ламп}} \cdot t) / Tr, \text{ шт/год.}$$

где  $O_{\text{ламп}}$  – количество ламп установленных на предприятии, шт.,  $t$  – продолжительность работы ламп, часов / год.  $Tr$  – максимальный период эксплуатации ламп

$$O_{\text{помещений}} = 34 \text{ шт} \cdot 6000 / 12000 = 17 \text{ шт/год.}$$

Масса одной ртутной лампы ДРЛ-250 составляет 400 г или 0,4 кг, тогда масса образующихся отходов от этих ламп составляет:

$$M_{\text{отх}} = m \cdot O_{\text{помещений}}, \text{ Т/ГОД}$$

$$M_{\text{отх.1}} = 0,4 \text{ кг} \cdot 17 \text{ шт} = 6,8 \text{ кг} = 0,0068 \text{ т/год.}$$

Для ламп ДРЛ-400 (освещение территории):

Максимальный период эксплуатации ламп этого типа ( $Tr$ ) 15000 часов/год.

Продолжительность работы ламп этого типа на проектируемом предприятии составляет:

$$t = f \cdot t_{\text{ч}} \cdot n, \text{ часов / год.}$$

где  $f$  – количество смен на предприятии,  $t_{\text{ч}}$  – количество часов в смене,  $n$  – количество рабочих дней в году.

$$t = 12 \text{ часов} \cdot 365 \text{ дней} = 4380 \text{ часов/год.}$$

Количество ламп, которое потребуется для освещения территории, составит:

$$O_{\text{территории}} = 5 \text{ шт} \cdot 43800 / 15000 = 1,46 \text{ шт/год или точнее } 2 \text{ шт/год.}$$

Масса одной ртутной лампы ДРЛ-400 составляет 400 г или 0,4 кг, тогда масса образующихся отходов от этих ламп составляет:

$$M_{\text{отх.2}} = 0,4 \text{ кг} \cdot 2 \text{ шт} = 0,8 \text{ кг} = 0,0008 \text{ т/год.}$$

Общее количество образующихся отходов в год составляет:

$$M_{\text{отх.}} = M_{\text{отх.1}} + M_{\text{отх.2}}, \text{ Т/ГОД.}$$

$$M_{\text{отх.}} = 0,0068 + 0,0008 = 0,0076 \text{ т/год.}$$

## 2. Расчет образования стеклобоя.

1) Стеклобой от ламп накаливания на предприятии для освещения также используются лампы накаливания в количестве  $(25+n)$  штук. Замена ламп накаливания производится в среднем 2 раза в год. Ежегодно замене подлежат 50 шт. ламп накаливания мощностью 200 Вт. Масса одной лампы оставляет 90 гр.

Общая масса стеклобоя от ламп накаливания составляет:

$$Q_{\text{ст.ламп}} = m_{\text{л}} \cdot Z, \text{ т/год}$$

где  $m_{\text{л}}$  - масса одной лампы, гр.,  $Z$  - ежегодная замена ламп, шт.

$$Q_{\text{ст.ламп}} = 90 \text{ гр.} \cdot 50 \text{ шт} = 4500 \text{ гр} = 4,5 \text{ кг или } 0,0045 \text{ т/год}$$

## 2) Стеклобой при замене стекол

При замене разбитых стекол в цехах и помещениях предприятия образуются отходы стеклобоя. Ежегодно для замены разбитых стекол планируется расходовать  $(3+n)$  листа оконного стекла размером 70x70 см. Толщина одного листа составляет 3 м. Удельный вес оконного стекла равен  $10 \text{ г/см}^3$ .

Масса одного стекла составит:

$$Q_{\text{ст.окон.}} = 10 \text{ г/см}^3 \cdot (70 \cdot 70 \cdot 0,3) \text{ см}^3 = 14700 \text{ г} = 14,7 \text{ кг.}$$

Следовательно, общая масса стеклобоя от замены стекол в год будет равна:

$$Q_{\text{ст.окон.}} = 14,7 \text{ кг} \cdot 3 \text{ листа} = 44,1 \text{ кг/год} = 0,0441 \text{ т/год.}$$

Таким образом, суммарное количество образовавшегося стеклобоя составит:

$$Q_{\text{стеклобоя}} = 0,0045 + 0,0441 = 0,0485 \text{ т/год}$$

## 3. Расчет образования бытовых отходов

Количество бытовых отходов, образующихся в результате жизнедеятельности работников предприятия рассчитывают по формуле:

$$M = N \cdot m, \text{ м}^3/\text{год},$$

где  $N$  – количество людей, ежедневно одновременно работающих на заводе, человек;  $m$  – удельная норма образования бытовых отходов на 1 работающего человека в год,  $\text{м}^3/\text{год}$ .

Количество работников предприятия 29 человек. Норматив образования бытовых отходов  $0,3 \text{ м}^3$  на человека в год. Плотность бытовых отходов данного вида составляет  $\rho = 0,22 \text{ т/м}^3$ .

$$M = 0,3 \text{ м}^3/\text{чел. год} \cdot 29 \text{ человек} = 8,7 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$M = 8,7 \text{ м}^3/\text{год} \cdot 0,22 \text{ т/м}^3 = 1,914 \text{ т/год}.$$

#### *4. Расчет образования смета с территории*

Заасфальтированная площадь на предприятии составляет  $(7000+n) \text{ м}^2$ . Однако уборке подлежит только 10% асфальтированной территории (дороги и подъезды к зданиям). Остальная заасфальтированная площадь занята под прирельсовый открытый склад сырья и промежуточный открытый склад сырья. Согласно СНиП норматив образования смета с  $1 \text{ м}^2$  территории составляет  $5 \text{ кг/м}^2$ .

Расчет нормативного объема образования смета за год рассчитывают по формуле:

$$Q = S \cdot H, \text{ т/год};$$

где  $S$  – площадь территории,  $\text{м}^2$ ;  $H$  – норматив образования смета с  $1 \text{ м}^2$  в год,  $\text{кг}$ .

$$Q_{\text{территории}} = 7000 \text{ м}^2 \cdot 5 \text{ кг/м}^2 = 3500 \text{ кг} = 3,5 \text{ т/год}.$$

#### *5. Расчет образования отработанного индустриального масла.*

Отработанные индустриальные масла образуются при обслуживании станков, находящихся в ремонтной мастерской, при замене масел, сливаемых из картеров металлообрабатывающих станков.

В ремонтной мастерской имеются следующие станки, в которых заменяется масло:

- фрезерный станок, объем масляного картера (V1) –  $(30+n \cdot 0,1)$  л;
- консольно-фрезерный станок, объем масляного картера (V2) –  $(5+n \cdot 0,1)$  л;
- токарный станок – 2 шт, объем каждого масляного картера (V3) –  $(8+n \cdot 0,1)$  л;
- вертикально-сверлильный станок, объем масляного картера (V4) –  $(10+n \cdot 0,1)$  л.

Количество отработанного промышленного масла, сливаемого из станка, определяется по формуле:

$$M_i = N_i \cdot V_i \cdot n_i \cdot k_c \cdot r \cdot 10^{-3}, \text{ т/год, где}$$

где  $N_i$  – количество единиц  $i$ -го типа, шт;  $V_i$  – объем масляного картера единицы оборудования  $i$ -го типа, л;  $n_i$  – количество замен масла в год на оборудовании  $i$ -го типа, раз в год;  $k_c$  – коэффициент сбора отработанного масла ( $k_c = 0,9$ );  $r$  – плотность отработанного масла, кг/л ( $r = 0,9$ );  $10^{-3}$  – переводной коэффициент.

Замена масла в станках производится 1 раз в год.

$$M_{\text{фрезер.}} = 1 \text{ шт} \cdot 30 \text{ л} \cdot 1 \text{ раз/год} \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 10^{-3} = 0,0243 \text{ т/год};$$

$$M_{\text{кон.-фр.}} = 1 \text{ шт} \cdot 5 \text{ л} \cdot 1 \text{ раз/год} \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 10^{-3} = 0,00405 \text{ т/год};$$

$$M_{\text{токар.}} = 2 \text{ шт} \cdot 8 \text{ л} \cdot 1 \text{ раз/год} \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 10^{-3} = 0,01296 \text{ т/год};$$

$$M_{\text{верт-свер.}} = 1 \text{ шт} \cdot 10 \text{ л} \cdot 1 \text{ раз/год} \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 10^{-3} = 0,0081 \text{ т/год}.$$

$$\Sigma M_i = 0,0243 + 0,00405 + 0,01296 + 0,0081 = 0,04914 \text{ т/год}$$

#### *6. Расчет образования стружки черных металлов*

Стружка черных металлов образуется при работе станков в слесарной мастерской. В мастерской производится ремонт металлического оборудования и рассверловка отверстий в металлических деталях. Обрезков и кусков металла при работе на станках не образуется.

Расчет количества образования стружки черных металлов производится по формуле:

$$M = Q \cdot k_{\text{стр.}}/100, \text{ т/год,}$$

где  $Q$  – количество металла, поступающего на обработку, т/год ((2,4+n · 0,1) т черного металла);  $k_{\text{стр.}}$  – норматив образования металлической стружки, % ( $k_{\text{стр.}} = 5\%$ ).

$$M = 24 \text{ т} \cdot 5/100 = 0,12 \text{ т/год.}$$

#### *7. Расчет образования ветоши промасленной*

Промасленная ветошь образуется при обслуживании и замене масла в станках. Для обслуживания станков и замены масла в станках на предприятии в год используется около (70+n) кг сухой ветоши.

Расчет образования промасленной ветоши производится по формуле:

$$M_{\text{ветоши}} = P / (1 - K),$$

где  $M_{\text{ветоши}}$  – количество образующейся промасленной ветоши, т/год;  $P$  – вес используемой сухой ветоши, т/год ( $P = (70+n)$  кг = 0,07 т/год);  $K$  – содержание масла в промасленной ветоши, в долях от 1 ( $K = 0,05$ ).

Количество образующейся промасленной ветоши составит:

$$M_{\text{ветоши}} = 0,07 / (1 - 0,05) = 0,0737 \text{ т/год.}$$

#### *8. Расчет образования тряпья*

Тряпье образуется при списании изношенной спецодежды.

В год списывается примерно:

- ватники – (5+n) шт. весом 2 кг (каждый);
- комбинезоны тканевые – (29+n) шт. весом 0,8 кг (каждый).

Расчет образования тряпья осуществляют по формуле:

$$M_{\text{тр}} = N_1 \cdot n_1 + N_2 \cdot n_2, \text{ кг}$$

$$M_{\text{тр}} = 5 \text{ шт} \cdot 2 \text{ кг} + 29 \text{ шт} \cdot 0,8 \text{ кг} = 33,2 \text{ кг} = 0,0332 \text{ т/год.}$$

#### *9. Расчет образования абразивно-металлической пыли.*

Для обработки материалов и заточки инструмента используется заточный станок на два круга. В год используется два абразивных круга.

Таблица

| Подразделение                  | Параметры кругов, мм  | Вес круга, кг | Количество заменяемых кругов, шт/год |
|--------------------------------|-----------------------|---------------|--------------------------------------|
| Мастерская (станок на 2 круга) | Заточной, диаметр 180 | 1,0           | 2                                    |

Количество абразивно-металлической пыли, образующейся при работе станка определяется по формуле:

$$M_{\text{пыли}} = n_i \cdot m_i \cdot k_1 / k_2 \cdot h \cdot 10^{-3}, \text{ т/год},$$

где  $n_i$  – количество кругов  $i$  –го вида, израсходованных за год, шт/год;  $m_i$  – масса нового шлифовального круга  $i$  –го вида, кг;  $k_1$  – коэффициент износа кругов до их замены ( $k_1 = 0,7$ );  $k_2$  – доля абразива в абразивно-металлической пыли (для корундовых абразивных кругов  $k_2 = 0,35$ );  $h$  – степень очистки в пылеулавливающем аппарате, доли от 1 (при отсутствии ПГУ  $h = 0,8$ ).

$$M_{\text{пыли}} = 2 \text{ шт} \cdot 1 \text{ кг} \cdot 0,70/0,35 \cdot 0,8 \cdot 10^{-3} = 0,0032 \text{ т/год}.$$

#### 10. Расчет образования лома абразивных изделий.

Количество лома абразивных изделий определяется по формуле:

$$M_{\text{лома}} = n_i \cdot m_i \cdot (1 - k_1) \cdot 10^{-3},$$

где  $n_i$  – количество абразивных кругов  $i$  –го вида, израсходованных за год, шт/год;  $m_i$  – масса нового абразивного круга  $i$  –го вида, кг;  $k_1$  – коэффициент износа кругов до их замены ( $k_1 = 0,7$ ); Для заточных кругов диаметра 180 мм:

$$n_i = 2 \text{ шт}; m_i = (1+n) \text{ кг}; k_1 = 0,7.$$

Количество лома, которое образуется на предприятии, составит:

$$M_{\text{лома}} = 2 \cdot 1 \text{ кг} (1 - 0,7) \cdot 10^{-3} = 0,0006 \text{ т/год}.$$

## 11. Расчет образования нефтешлама от зачистки резервуаров хранения топлива

1) Для резервуаров с дизельным топливом (нефтепродукт II группы) количество образующегося нефтешлама складывается из нефтепродуктов, налипших на стенках резервуаров, и осадка.

$$M_{\text{нефтешлама}} = M_{\text{н/ш стенки}} + M_{\text{н/ш осадка}}$$

Масса налипшего на внутренние стенки резервуара нефтепродукта рассчитывается по формуле:

$$M_{\text{н/ш стенки}} = K_{\text{н}} \cdot S \cdot 10^{-3}, \text{ т/год},$$

где  $K_{\text{н}}$  – коэффициент налипания нефтепродукта на вертикальную металлическую поверхность,  $\text{кг/м}^2$  (для нефтепродуктов II группы  $K_{\text{н}} = 2 \text{ кг/м}^2$ );  $S$  – площадь поверхности налипания,  $\text{м}^2$ .

Площадь поверхности налипания для резервуаров со сферическими днищами рассчитывается по формуле:

$$S = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot L + 2 \cdot \pi \cdot (r_2 + h_2)$$

где  $r$  – радиус цилиндрической части резервуара, м ( $r = (1,4+n \cdot 0,1)$  м);  
 $L$  – длина цилиндрической части резервуара, м ( $L = 4,15+n \cdot 0,1$  м);  $h$  – высота сферического сегмента резервуара, м ( $h = (2,8+n \cdot 0,1)$  м).

$$S = 2 \cdot 3,14 \cdot (1,4 \cdot 4,15 + 1,42 + 2,82) = 98 \text{ м}^2$$

$$S = 2 \cdot \pi \cdot (r + L + r_2 + h_2), \text{ м}^2,$$

$$M_{\text{н/ш стенки}} = 2 \text{ кг/м}^2 \cdot 98 \cdot 10^{-3} = 0,196 \text{ т/год}.$$

Масса осадка в цилиндрическом горизонтальном резервуаре определяется по формуле:

$$M_{\text{н/ш осадка}} = \frac{1}{2} [ b \cdot r - a (r - h) ] r \cdot L, \text{ т},$$

где  $b$  – длина дуги окружности, ограничивающей осадок снизу, м

$$b = \sqrt{a^2 + (16 h_2 / 3)} = 0,73 \text{ м}$$

$r$  – внутренний радиус резервуара, м ( $r = 1,34$  м);  $a$  – длина хорды, ограничивающей поверхность осадка сверху, м;

$a = 2 \sqrt{h r - h^2} = 0,724$  м;  $h$  – высота осадка, м ( $h = (0,05+n \cdot 0,001)$  м);

$r$  - плотность осадка, равная  $1 \text{ т/м}^3$ ;

$L$  - длина резервуара, м ( $L = (4,15+n \cdot 0,001)$  м).

$$M_{\text{н/ш осадка}} = \frac{1}{2} [ 0,73 \cdot 1,34 - 0,724 (1,34 - 0,05) ] = 0,092 \text{ т/год}$$

$$M_{\text{нефтешлама}} = M_{\text{н/ш стенки}} + M_{\text{н/ш осадка}}, \text{ т/год.}$$

$$M_{\text{нефтешлама}} = 0,196 + 0,092 = 0,288 \text{ т/год.}$$

2) Для резервуаров с бензином (нефтепродукт I группы), в расчете допустимо пренебречь количеством нефтепродуктов, налипших на стенках резервуара.

Масса осадка в цилиндрическом горизонтальном резервуаре определяется по формуле:

$$M_{\text{н/ш осадка}} = \frac{1}{2} [ b \cdot r - a (r - h) ] r \cdot L, \text{ т,}$$

где  $b$  – длина дуги окружности, ограничивающей осадок снизу, м

$$b = \sqrt{a^2 + (16 h^2 / 3)} = 0,65 \text{ м}$$

$r$  - внутренний радиус резервуара, м ( $r = (1,08+n \cdot 0,001)$  м);

$a$  – длина хорды, ограничивающей поверхность осадка сверху, м;

$$a = 2 \sqrt{h r - h^2} = 0,64 \text{ м}$$

$h$  – высота осадка, м ( $h = (0,05+n \cdot 0,001)$  м);  $r$  - плотность осадка, равная  $1 \text{ т/м}^3$ ;  $L$  - длина резервуара, м ( $L = (2,84+n \cdot 0,001)$  м).

$$M_{\text{н/ш осадка}} = \frac{1}{2} [ 0,65 \cdot 1,08 - 0,64 (1,08 - 0,05) ] = 0,061 \text{ т/год}$$

$$M_{\text{нефтешлама}} = M_{\text{н/ш осадка}} = 0,061 \text{ т/год.}$$

В год зачищается один резервуар с дизельным топливом и резервуар с бензином.

Общее количество зачищаемого в год нефтешлама равно:

$$M_{\text{общ.}} = 0,288 + 0,061 = 0,349 \text{ т/год.}$$

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

При работе предприятия по подготовке и обогащению руды образуются отходы потребления (отработанные ртутные лампы, стеклобой, тряпье, бытовые отходы, смет с территории) и отходы производства

(нефтешлам при зачистке резервуаров, отработанное промышленное масло, стружка черных металлов, ветошь промасленная, пыль абразивно-металлическая, лом абразивных изделий).

Классы опасности образующихся отходов и нормативы их образования приведены в табл.

Таблица

| №<br>п/п                        | Наименование отходов               | Класс<br>опасности | Единицы<br>измерения | Норматив<br>образования<br>отхода |
|---------------------------------|------------------------------------|--------------------|----------------------|-----------------------------------|
| 1                               | Отработанные ртутные лампы         | I                  | Т (шт.)              | 0,0076                            |
| 2                               | Нефтешлам при зачистке резервуаров | II                 | Т                    | 0,349                             |
| 3                               | Отработанное промышленное масло    | III                | Т                    | 0,04914                           |
| 4                               | Стеклобой                          | IV                 | Т                    | 0,04867                           |
| 5                               | Бытовые отходы                     | IV                 | Т (м <sup>3</sup> )  | 1,914 (8,7)                       |
| 6                               | Смет с территории                  | IV                 | Т                    | 3,5                               |
| 7                               | Стружка черных металлов            | IV                 | Т                    | 0,12                              |
| 8                               | Ветошь промасленная                | IV                 | Т                    | 0,0737                            |
| 9                               | Тряпье                             | IV                 | Т                    | 0,0332                            |
| 10                              | Пыль абразивно-металлическая       | IV                 | Т                    | 0,0032                            |
| 11                              | Лом абразивных изделий             | IV                 | Т                    | 0,0006                            |
| Суммарный годовой объем отходов |                                    |                    |                      | 6,09904                           |