

**УДК 614.7:628****Н.П. ВАШКУЛАТ**, д.мед.н., с.н.с., главный научный сотрудник,**Н.М. КОВАЛЬ**, к.мед.н., старший научный сотрудник, **Е.М. ЧЕРЕВКО**, младший научный сотрудник

Государственное учреждение «Институт гигиены и медицинской экологии им. А.Н. Марзеева

Академии медицинских наук Украины», г. Киев

САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОТХОДОВ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Определен физико-химический состав отходов литейного производства, в частности – горелых песков, шлаков от плавки чугуна и стали, ваграночной пыли (после мокрой очистки). Установлено, что они относятся к четвертому классу опасности отходов, могут складироваться на полигонах ТБО, использоваться для рекультивации выработанных карьеров, а также в качестве добавки при изготовлении стройматериалов.

отходы литейного производства, гигиеническая оценка, установление класса опасности, методы утилизации отходов

Отходы литейного производства, так называемые горелые пески, представляют собой совокупность как отдельных, так и взаимосвязанных сростков зерен кварцевого песка различного гранулометрического состава, поверхность которых при смесеприготовлении подвергалась обволакиванию жидким стеклом при изготовлении стержней и облицовочного слоя форм (50 % общей массы), глинистого каолинового или бентонитового связующего в сочетании с органическими связующими лигносульфонатами (ЛСТ) и крепителем КО на основе кубовых остатков дистилляции жирных кислот (45 % от общей массы) и карбидной смолы М-3 (5–8 %), феррохромового шлака (3–8 %).

При заливке форм жидким металлом, смесь подвергается высокотемпературному прогреву. Смеси на основе органических связующих (ЛСТ, КО, М-3) разупрочняются

из-за происходящей деструкции. Жидкостекольные смеси упрочняются и в местах контакта с металлом спекаются. Глинистое связующее в этих условиях теряет влагу и обволакивает поверхность зерен инертной пленкой.

До 30 % горелой земли представляют собой комья спекшейся смеси (как правило, жидкостекольной) размером 5–100 мм, остальная часть – отдельные зерна кварцевого песка. Кроме этого, в массе горелой земли могут быть остатки литников, скрапа.

Ниже приводится примерный микроэлементный состав отдельных видов отходов литейного производства.

Примерный состав горелой земли (жидкостекольной) из отвала;

- зерна кварца SiO_2 – до 65–67 %;
- шамотизированная глина (каолиновая) $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ – до 4 %;

- нешамотизированная глина (каолиновая) $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ – до 8 %;
- примеси окислов щелочноземельных металлов MgO , CaO , Na_2O , K_2O (привнесенные с кварцевым песком) – до 1,5 %;
- окислы железа Fe_2O_3 (привнесенные с кварцевым песком) – до 1,5 %;
- пленки жидкого стекла (обезвоженные) $Na_2O \cdot mSiO_2$, пленки жидкого стекла (необезвоженные) $Na_2O \cdot mSiO_2 \cdot nH_2O$, графит от противопригарных покрытий, упрочняющие и разупрочняющие добавок, зола и прочие примеси – до 18 %;
- Cr+6 из отвердителя – феррохромового шлака. Примерный состав горелой земли разных цехов:
- кремнезем – 85 %;
- щелочь в пересчете на Na_2O – 2 %;
- илистые, глинистые частицы – 5 %;
- сернокислые и сернистые соединения – 2 %;
- оксиды алюминия, железа – 4 %;
- оксиды кальция – 1,5 %;
- вода – 0,5–3 %.

Примерный состав горелой земли (песчано-глинистой) из отвала:

- зерна кварца SiO_2 – до 67 %;
- шамотизированная глина (бентонитовая) $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$ – до 4 %;
- нешамотизированная глина (каолиновая) $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot nH_2O$ – до 8 %;
- примеси окислов щелочноземельных металлов MgO , CaO , Na_2O , K_2O (привнесенные с кварцевым песком) – до 1,5 %;
- окислы железа Fe_2O_3 (привнесенные с кварцевым песком) – до 1,5 %;
- сажистый углерод «С» от выгорания противопригарных добавок (КО, УСК, ССБ и др.) – до 1,5–2 %;
- зола от выгорания угля или керогена до – 16 %;
- прочие примеси от шлакования и спекания минералов смеси.

Примерный состав ваграночного шлака:

- SiO_2 – 40–60 %;
- CaO – 20–35 %;
- Al_2O_3 – 5–20 %;
- MgO – 1–5 %;
- $FeO \cdot Fe_2O_3$ – 1–10 %;
- MnO – 1,5 %;
- P_2O_5 – 0,1–0,5 %;
- S – 0,05–0,3 %.

Авторами проведены исследования количественного содержания неорганических токсичных ингредиентов в пробах отходов из отдельных цехов, а также из общезаводского отвала: определены валовое содержание и количество водорастворимых (подвижных) форм ингредиентов тяжелых металлов (ТМ). Подготовка и анализ проб выполнялись в соответствии с действующими нормативными документами на атомно-абсорбционном комплексе КАС-120.1 с графитовым атомизатором (кроме анализа цинка, который проводился на потенциометрической установке).

Данные о содержании тяжелых металлов в шлаках и ваграночной пыли (после мокрой очистки) представлены в табл. 1.

В ваграночной пыли (после мокрой очистки) и в шлаке от плавки стали обнаруженные концентрации свинца составляли соответственно 34 и 70,7 мг/кг (1 и 2 ПДК для почв).

Установлено, что валовое содержание меди в шлаках – на уровне фоновых значений, в ваграночной пыли – в несколько раз превышает их; содержание хрома – в пределах кларковых значений для почв; водорастворимых Pb, Cu и Cr в шлаках – ниже допустимых концентраций в воде, Mn и Cd – в несколько раз превышает их.

В шлаках и ваграночной пыли концентрация кадмия в среднем несколько выше – 1,1 мг/кг; обнаруженные концентрации марганца в шлаках и пыли – на уровне фоновых значений.

Таблица 1 – Содержание тяжелых металлов в шлаках и в ваграночной пыли (после мокрой очистки)

| Наименование пробы | Pb | | Cu | | Cr | | Mn | | Cd | |
|---|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | валовое содерж., мг/кг | водо- раствор., мг/л, % | валовое содерж., мг/кг | водо- раствор., мг/л, % | валовое содерж., мг/кг | водо- раствор., мг/л, % | валовое содерж., мг/кг | водо- раствор., мг/л, % | валовое содерж., мг/кг | водо- раствор., мг/л, % |
| Шлак от плавки чугуна | 0,8 | <u>0,003</u> 0,4 | 8,0 | <u>0,01</u> 0,12 | 19,0 | <u>0,03</u> 0,16 | 337,4 | 0,38 | 1,34 | <u>0,011</u> 0,8 |
| Шлак от плавки стали | 70,7 | <u>0,002</u> 0,003 | 72,0 | <u>0,02</u> 0,03 | 34,0 | <u>0,01</u> 0,03 | 805,0 | 0,20 | 0,22 | <u>0,013</u> 5,9 |
| Ваграночная пыль (после мокрой очистки) | 34,0 | <u>0,61</u> 18 | 168,5 | <u>1,1</u> 0,6 | 61,5 | <u>0,08</u> 0,13 | 597,8 | 0,55 | 1,8 | <u>0,44</u> 2,4 |
| ПДК, мг/л | | 0,03 | | 0,1 | | 0,5 | | 0,1 | | 0,001 |



На основании полученных результатов исследования, руководствуясь действующим нормативным документом ГСанПиН 2.2.7.029-99 «Гигиенические требования к поведению с промышленными отходами и определение их класса опасности для здоровья населения», определен класс опасности отходов литейного производства. Авторами использован вероятностный принцип оценки возможного отрицательного влияния отходов на здоровье населения на основе количественного определения ведущих токсичных ингредиентов, данных об острой токсичности их для теплокровных организмов и некоторых физико-химических констант.

Индекс токсичности каждого химического ингредиента, который входит в состав отхода,

$$K_i = \frac{\lg \cdot DL_{50}}{(S + 0,1F + C_b) i}, \quad (1)$$

где DL_{50} – средняя смертельная доза химического ингредиента при введении в желудок;

S – коэффициент растворимости химического ингредиента в воде;

F – коэффициент летучести химического ингредиента;

C_b – количество данного ингредиента в общей массе отхода, т/т;

i – порядковый номер конкретного ингредиента.

Суммарный индекс опасности

$$K_{\Sigma} = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n K_i, \quad n \leq 3, \quad (2)$$

где K_i – индекс токсичности ингредиента;

n – количество ингредиентов, по которым определяется суммарный индекс опасности.

В результате расчетов авторами установлено, что исследованные отходы литейного производства следует отнести к 4-му классу опасности (малоопасные отходы).

Такие отходы можно складировать на полигонах ТБО (с соблюдением условий, изложенных в ГСанПиН 2.2.7.029-99), использовать для рекультивации выработанных карьеров, а также для производства стройматериалов (дозирование их добавки должно устанавливаться путем дополнительных гигиенических исследований).

ВЫВОДЫ

Отходы литейного производства – горелая земля, шлаки от плавки чугуна и стали, ваграночная пыль (после мокрой очистки) относятся к 4-му классу опасности.

Исследованные отходы можно складировать на полигонах, использовать в качестве добавки при изготовлении стройматериалов (после специального гигиенического изучения) и для рекультивации выработанных карьеров.

Рекультивацию следует проводить по секторам карьеров с поэтапной засыпкой их отходами и покрытием лессовидными грунтами.

Необходимо предусмотреть технические меры по недопущению поступления в карьер талых и дождевых вод с окружающей территории.

Для возврата рекультивированной территории в сельскохозяйственное производство следует предусмотреть покрытие поверхности отходов 50-сантиметровым слоем лессовидного грунта, а затем 30-сантиметровым плодородным слоем почвы. На рекультивированной территории не должно быть условий для скопления талых и дождевых вод.

Поступила в редакцию 15.04.2010

Визначено фізико-хімічний склад відходів ливарного виробництва, а саме – горілих пісків, шлаків від плавки чавуну та сталі, ваграночної пилу (після мокрої очистки). Установлено, що вони належать до четвертого класу небезпеки відходів, можуть складуватися на полігонах ТПВ, використовуватися для рекультивації вироблених кар'єрів, а також як добавка при виготовленні будівельних матеріалів.

Physical-chemical composition of foundry wastes was determined, namely of burnt sand, slag after iron and steel melting, foundry dust (after wet scrubber). Such wastes belong to the fourth class of hazardous waste and can be stored on refuse dumps, used for recultivation of spent quarries as well as an additive in building materials production.