

природного середовища": N 2751-XII – [Чинний від 1992 – 10 – 20]. – К., 1992. – 4 с.

8. Оценка риска и планирование мер безопасности при сносе зданий и сооружений // Библиотека "Строительная наука Москвы". – 2004. – №6(24). – По материалам "The Structural Engineer".

9. Электронный сборник законодательных актов ЕС в сфере охраны окружающей среды. / <http://europa.eu.int/eur-lex/accessible/en>

10. Европейская практика обращения с отходами: проблемы, решения, перспективы. – С.-Пб., 2005 – 73 с.

11. Indicator Fact Sheet Signals 2001 // European Environmental Agency. – 2003. – Chapter Waste.

12. Стратегия управления отходами в ЕС. / <http://europa.eu.int>

13. **Yoshio Kasai**. Критерии применения лома в качестве заполнителя бетона // Cement and Concrete. – 1999. – № 9(415). – С. 182-188.

14. **Котин А.М., Ямпольский К.Д., Геращенко К.Д.** Оценка обогатимости угля и эффективности процессов обогащения. – М.: Недра, 1982. – 198 с.

15. **Андреев С.Е., Зверевич В.В, Перов В.А.** Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. – М.: Недра, 1966. – 360 с.

16. **Крупко В.Г., Дорохов М.Ю.** Методичні вказівки до практичних та самостійних робіт з дисципліни "Машини для виробництва будівельних матеріалів". – Краматорськ: ДДМА, 2003. – Ч. 2. – 30 с.

© Назимко Е.И., Степанов Я.Н., 2010

*Надійшла до редколегії 22.02.2010 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. О.Д. Полуляхом*

УДК 620+613.11:631.8

С.А. Галич

(Украина, Харьков, Институт проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного НАН Украины)

ОЦЕНКА МИГРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ШЛАКОВ ЗМИЕВСКОЙ ТЭС В ФИЛЬТРАХ ВОДОПОДГОТОВКИ

В подавляющем большинстве технологических схем водоподготовки завершающим процессом является фильтрование. Наибольшее применение, распространение получили фильтры с зернистой загрузкой. Фильтрующий слой таких фильтров выполняют из отсортированного зернистого материала, удовлетворяющего санитарным требованиям и обладающего достаточной химической стойкостью и механической прочностью (кварцевый песок, дробленый антрацит, горелые породы, керамзит, керамическая крошка, доменные шлаки, дробленый мрамор, полимеры и др.) [1-3]. Но чаще всего используется кварцевый песок (0,8-1,2 мм), гранодиоритный песок (1-2 мм) и антрацит фильтрант (1,5-2 мм). Стоимость этих материалов от 300 грн/т до 3000 грн/т.

В тоже время на золошлакоотвалах ТЭС имеются огромные количества, практически даровых шлаков, которые по своим физико-механическим свойствам

Збагачення корисних копалин, 2010. – Вип. 40(81)

вам пригодны в качестве зернистого материала фильтров. Частицы шлака имеют развитую удельную поверхность ($300-500 \text{ м}^2/\text{кг}$) и значительную межзеренную пористость, отношение площади поверхности к единице массы частиц шлака превышает аналогичный показатель зерен кварцевого песка в 2,5-3 раза, а гранодиоритного в 1,5-2 раза, что обуславливает повышенную грязеемкость шлаковых фильтрующих загрузок.

Химические свойства шлака также создают предпосылки к его использованию в качестве материала фильтров, т.к. он химически инертен и достаточно стоек. Однако для однозначного определения пригодности шлаков по химической стойкости необходимо рассмотреть миграцию токсичных, канцерогенных и радиоактивных компонентов шлака, которые составляют экологически негативные и санитарноопасные свойства золошлаковых отходов. В данной статье рассматривается миграция тяжелых металлов (ТМ) из шлака в фильтруемую воду.

Переход в воду вредных веществ происходит в результате механического износа (разрушения) фильтрующей загрузки и ее химического растворения. В результате механического износа фильтрующей загрузки переход вредных веществ происходит не в обрабатываемую, а в промывную воду, которая после промывки фильтров отводится на сооружения оборота промывной воды и поэтому не влияет на санитарно-токсикологические характеристики фильтрующей загрузки шлака. Что же касается перехода вредных веществ из загрузки в воду в результате химического растворения шлака в воде, то это количество подлежит оценке.

Испытания исследуемых шлаков на химическое растворение, показывают, что уровень суточного растворения в контрольной водной среде (кислой, щелочной, нейтральной) не превышает 0,0001 части загрузки [4].

Таким образом, концентрация перешедших (мигрировавших, приобретенных) примесей в воде будет зависеть от времени взаимодействия воды и загрузки фильтра (шлака), которое определяется скоростью прохождения воды через фильтр и толщиной фильтрующего слоя.

$$C_{\text{вода}}^{\text{Me}} = \frac{0,0001}{24} \frac{H}{V} \frac{\rho_{\text{ш}}}{\rho_{\text{е}}} C_{\text{шлак}}^{\text{Me}}, \quad (1)$$

где $C_{\text{вода}}^{\text{Me}}$ – концентрация элемента в отфильтрованной воде; H – толщина фильтрующего слоя, м; V – скорость прохождения воды через фильтр, м/ч; $\rho_{\text{ш}}$ – истинная плотность шлака ($2,1-2,39 \text{ г/см}^3$); $\rho_{\text{е}}$ – плотность фильтруемой воды, г/см^3 ; $C_{\text{шлак}}^{\text{Me}}$ – концентрация элемента в шлаке.

Поскольку рассмотренные материалы применяется сегодня, в основном, в качестве фильтрующих загрузок скорых фильтров, то концентрацию мигрировавших (приобретенных) примесей рассчитаем для толщины загрузки 1-2 м и скорости прохождения воды через фильтр 1-15 м/ч. Результаты расчета представлены в таблице 1.

Проведенные расчеты показывают, что концентрация приобретенных примесей в отфильтрованной воде для рассмотренных соотношений толщины за-

грузки и скорости прохождения воды через фильтр существенно ниже ПДК [5]. Например, для марганца в 4,5 и более раза, а для цинка в 2500 и более раз ниже.

Таблица 1

Элемент	$C_{\text{шлак}}^{\text{Me}}$, мг/кг	$C_{\text{вода}}^{\text{Me}}$, мг/л		ПДК, мг/л
		min	max	
Ni	141,70	0,00009	0,003	0,1
Pb	67,30	0,00004	0,001	0,01
Cu	147,07	0,00009	0,003	1
Zn	82,67	0,00005	0,002	5
Mn	1210,90	0,00074	0,022	0,1
Co	54,90	0,00003	0,001	0,1
Cr	17,93	0,00001	0,0003	0,05
Be	2,00	0,000001	0,000037	0,0002
Sr	418,23	0,00026	0,008	7

Выводы

Шлак Змиевской ТЭС по своим физико-механическим свойствам пригоден в качестве зернистого материала загрузки фильтров водоподготовки.

На основании ранее проведенных экспериментов на химическое растворение, рассчитан уровень миграции примесей металлов из шлака в фильтруемую воду. Показано, что концентрация перешедших примесей в отфильтрованной воде значительно ниже ПДК.

Таким образом, новый фильтрующий материал – шлак Змиевской ТЭС, не представляет опасности загрязнения фильтруемой воды тяжелыми металлами.

Для однозначного определения пригодности шлаков в качестве зернистых загрузок фильтров водоподготовки необходимо рассмотреть и оценить миграцию канцерогенных и радиоактивных компонентов шлака в обрабатываемую воду.

Список литературы

1. **Кульский Л.А.** Теоретические основы и технология кондиционирования воды: Процессы и аппараты / Изд. 4-е, перераб. и доп. – К.: Наук. думка, 1983. – 527 с.
2. Водоподготовка: Справочник. / Под ред. **С.Е. Беликова.** – М.: Аква-Терм, 2007. – 240 с.
3. **Аюкаев Р. И., Мельцер В.З.** Производство и применение фильтрующих материалов для очистки воды. Справочное пособие. – Л.: Стройиздат, 1985. – 120 с.
4. **Яншина Н.Я., Бабий В.Ф.** О возможности использования шлаков для фильтров водоснабжения // Электрические станции. – 1993. – №4. – С. 16-17.
5. ДСанПІН "Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання" от 23.12.96.

© Галич С.А., 2010

*Надійшла до редколегії 20.02.2010 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. О.Д. Полуляхм*