

# **МАТЕРИАЛЫ**

VIII международной конференции

## **“ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И ЭКОНОМИЧНОСТИ ЛИТЕЙНЫХ ПРОЦЕССОВ”**

9 – 11 сентября 2004 г.

Материалы международной конференции “Пути повышения качества и экономичности литейных процессов”; 9 – 11 сентября 2004 г., г. Одесса, Украина — Одесса, 2004. — 111 с. — Яз. рус., укр.

<i>Саитов В.И., Савельева Е.В.</i> ПЛАВИЛЬНО-ЗАЛИВОЧНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЮВЕЛИРНЫХ ОТЛИВОК.....	84
<i>Иванова Л.А., Саитов В.И.</i> СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СОХРАНЕНИЯ БРОНЗОВЫХ СКУЛЬПТУР .....	88
<i>Иванова Л.А., Замятин Н.И., Чернышева Е.Е.</i> ТЕРМОНАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОДНОСЛОЙНОЙ ОБОЛОЧКИ .....	94
<i>Зеленков С.Л.</i> РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ АКТИВАЦИИ ХОЛОДНОТВЕРДЕЮЩИХ СМЕСЕЙ С НЕОРГАНИЧЕСКИМИ СВЯЗУЮЩИМИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ХУДОЖЕСТВЕННЫХ И ЮВЕЛИРНЫХ ОТЛИВОК .....	98
<i>Прокопович О.І., Морозов Ю.О. Прокопович І.В., Гогунський В.Д.</i> МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ КРИСТАЛІЗАЦІЇ ПРИ БЕЗПЕРЕРВНОМУ ЛИТТІ.....	102
<i>Прокопович Л.В.</i> МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ШЛАКИ КАК ГЕОХИМИЧЕСКИЕ НОВООБРАЗОВАНИЯ.....	104
<i>Колеснікова К.В., Кострова Г.В.</i> ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ РІШЕННЯ РІВНЯНЬ МАТЕМАТИЧНОГО ОПИСУ РІВНОВАГИ СИСТЕМИ “ШЛАК — МЕТАЛ”.....	106
<i>Прокопович Л.В., Прокопович И.В.</i> ДИФФУЗИОННО-СОРБЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ ВЕЩЕСТВА В СИСТЕМЕ ЛИТЕЙНЫХ ОТВАЛОВ .....	109



УДК 621.742:628.516

## ДИФфуЗИОННО-СОРБЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ ВЕЩЕСТВА В СИСТЕМЕ ЛИТЕЙНЫХ ОТВАЛОВ

Прокопович Л.В., Прокопович И.В.

Одес. нац. политехн. ун-т

Наиболее общая модель, описывающая пути рассеивания, диффузии и миграции веществ в системе отвалов литейного производства, может быть представлена как [1]

$$\frac{\partial c_{от, i}}{\partial t} + \operatorname{div}(\partial c_{от, i} \vec{u}_{ф, от}) = K(c_{от, i}) + R(c_{от, i}) + S(c_{от, i}) + \sum_j I_{ij}(c_{от, i} - c_{от, j}), \quad (1)$$

где  $c_{от, i}$  — концентрации вещества в  $i$ -й точке системы отвалов;

$t$  — момент времени определения концентрации;

$K, R, S$  — корреляционные функции;

$\vec{u}_{ф, от}$  — скорость фильтрации вещества в системе отвалов;

$I$  — критерий, учитывающий параметры, неподдающиеся регулированию.

Концентрация вещества постоянно изменяется вследствие таких явлений, как сорбция и десорбция, увеличение или уменьшение количества осадков, выброс новой порции отвалов и т.д. Некоторые из этих факторов можно описать и включить в модель.

Представим некоторый участок отвалов как прямоугольную область  $\Omega$  длиной  $X$  и шириной  $Y$  в первой четверти координатной плоскости  $xOy$ . При этом две стороны этого прямоугольника совпадают с координатными осями (см. рисунок).

В области  $\Omega$  под действием внешних сил движется плоскопараллельный поток фильтрующейся жидкости со скоростью фильтрации  $\vec{u}_{ф, от}$  в направлении, совпадающем с направлением оси  $x$ . Он втекает в область через границу  $[0, Y]$ , лежащую на оси  $y$ .

Представим, что в некоторый момент времени на участке границы  $[0, Y]$ , например, на  $[y_1, y_2] \in [0, Y]$ , произошел выброс загрязняющих веществ (новый отвал + сильные осадки). С течением времени этот процесс протекает с одинаковой интенсивностью.

Учитывая, что процесс фильтрации сопровождается не только диффузией (которая, кстати, при больших скоростях подавляется конвекцией и не играет существенной роли), но и сорбцией, концентрацию вещества следует представлять несколькими характеристиками.

Обозначим через  $c_b(x, y, t)$  концентрацию вещества, находящегося в воде в свободном состоянии,  $a(x, y, t)$  — концентрацию сорбированного вещества,  $\bar{c}(x, y, t)$  — равновесную концентрацию, характеризующую подвижное динамическое равновесие сорбции и десорбции.

Тогда процесс движения вещества в отвалах можно описать уравнениями [2, 3]

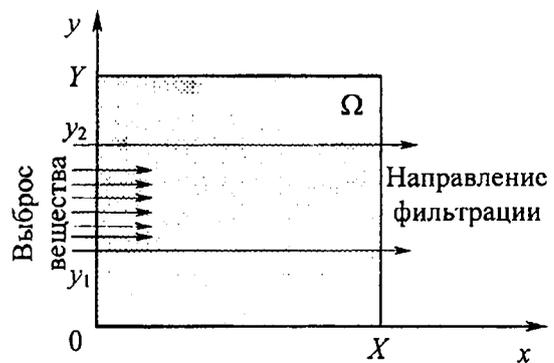


Схема аварийного выброса вещества в отвалах



$$\beta(c_B - \bar{c}) + \Pi_{от} \frac{\partial c_B}{\partial t} = -u_{ф.от.} \frac{\partial c_B}{\partial x} + D \frac{\partial^2 c_B}{\partial y^2}, \quad (2)$$

$$\frac{\partial a}{\partial t} = \beta(c_B - \bar{c}), \quad (3)$$

где  $\beta$  — кинетический коэффициент, зависящий от свойств отвалов (грунта, породы) и фильтрующегося вещества;

$\Pi_{от}$  — пористость отвалов;

$D$  — коэффициент диффузии.

Уравнение (2) описывает конвективный и диффузионный перенос вещества, а уравнение (3) — кинетику сорбции вещества в отвалах.

Модель, представленная уравнениями (2) и (3), справедлива лишь в области малых концентраций вещества. Для больших концентраций эту модель необходимо расширить, включив изотерму сорбции Ленгмюра:

$$a = \frac{c_{B_0} \bar{c}}{\gamma(c_{B_0} + \rho \bar{c})}, \quad (4)$$

где  $1/\gamma$  — коэффициент Генри;

$\rho = \text{const}$ ;

$c_{B_0} = \text{const}$ .

В данном случае считаем, что до момента выброса загрязнитель в области  $\Omega$  отсутствует:

$$c_B(x, y, 0) = 0, \quad a(x, y, 0) = 0, \quad (x, y) \in \Omega. \quad (5)$$

В общем случае на границах  $y=0$  и  $y=Y$ , параллельных оси  $x$ , может быть задана величина потока вещества, вызванная его диффузией:

$$\begin{aligned} -D \frac{\partial c_B}{\partial y}(x, 0, t) &= \Psi_1(x, t), \\ -D \frac{\partial c_B}{\partial y}(x, Y, t) &= \Psi_2(x, t), \end{aligned} \quad (6)$$

где  $\Psi_1, \Psi_2$  — заданные функции  $x$  и  $t$ .

При достаточно большой ширине области  $\Omega$  можно считать, что  $\Psi_1(x, t) = 0$ ,  $\Psi_2(x, t) = 0$ .

На левой границе области  $\Omega$  задается концентрация свободного загрязнителя как функция времени

$$c_B(0, y, t) = I(y, t). \quad (7)$$

Таким образом, дополняя модель (1) представлениями о диффузионных и сорбционных процессах, ее можно существенно уточнить для различных случаев изменения концентрации загрязняющих веществ в системе литейных отвалов.]

Это позволит получить более объективную картину состояния литейных отвалов не только как техногенного объекта, но и как объекта, со временем вписывающегося в природные (биосферные) процессы [4]. В этом случае диффузионно-сорбционные процессы начинают выступать в роли одного из механизмов, действующих в геохимических барьерах, которые характеризуются резким уменьшением миграционной способ-



ности химических элементов с повышением их концентрации. Следовательно, информация о концентрации веществ в отвалах важна не только для экологического мониторинга, но и для исследования геохимических процессов, протекающих в этой системе.

### Литература

1. Прокопович Л.В. Закон Дарси в экосистеме литейных отвалов // Тр. Одес. политехн. ун-та. — Одесса, 2001. — Вып. 1(13). — С. 11 — 13.
2. Шестаков В.М. Динамика подземных вод. — М.: МГУ, 1979. — 368 с.
3. Тихонов А.Н. Уравнения математической физики / Тихонов А.Н., Самарский А.А. — М.: Наука, 1972. — 736 с.
4. Прокопович Л.В. Підвищення екологічної активності відвалів ливарного виробництва. — Автореф. дисерт. ... канд. техн. наук. — Одеса, 1999. — 19 с.



МАТЕРИАЛЫ  
VIII международной конференции  
“ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И ЭКОНОМИЧНОСТИ  
ЛИТЕЙНЫХ ПРОЦЕССОВ”

9 – 11 сентября 2004 г.

г. Одесса, Украина

Редакторы

Иванова Л.А.

Кострова Г.В.

Компьютерная верстка

Прокопович И.В.

Коць Н.А.

Украина, 65044, Одесса-44, просп. Шевченко, 1,  
ОНПУ, каф. “Машины и технология литейного производства”  
тел. 28-81-10, 37-79-72

---

Сдано в набор 28.09.2004, Подписано в печать 11.11. 2004.

Формат 60×88/8. Тираж 300 экз. Усл.-печ. л. 13,9

---

ОТПЕЧАТАНО В ИЗДАТЕЛЬСКОМ ЦЕНТРЕ “ТЭС”  
С ГОТОВЫХ ОРИГИНАЛ-МАКЕТОВ