

*Исманова К.Д.*

*Исомаддинов У.М.*

*Дедаханов А.О*

*Наманганский инженерно-технологический институт*

*Узбекистан, Наманган*

## **СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ**

**Аннотация:** *В статье проанализированы физико-химические основы технологического процесса подземное выщелачивание, различные методы, используемые при выщелачивании, их возможности, проведен системный анализ процесса подземное выщелачивание в качестве объекта исследования.*

**Ключевые слова:** *подземное выщелачивание, полезный компонент, скважина, концентрация, критерия оптимизации, управления.*

**Ismanova Klara Dulanbayevna**

**Isomaddinov Usmonali Mamurjonovich**

**Dedaxanov Akramjon Oltmishboyevich**

**Namangan engineering-technological institute**

**Uzbekistan, Namangan**

## **SYSTEM ANALYSIS OF THE UNDERGROUND LEACHING PROCESS AS A RESEARCH OBJECT**

**Abstrakt:** *The article analyzes the physical and chemical bases of technological process underground leaching of the various methods used in the leaching process, their capabilities, carried out a systematic analysis of the underground leaching as an object of study.*

**Key words:** *Underground leaching, the useful component, the concentration, well, criterion of optimization*

Технологические процессы подземного выщелачивания по своей структуре являются сложными техническими многосвязными системами, охватывающими несколько подсистем (пласт-скважина – насосные станции – концентрации реагентов и т.д.). Все эти подсистемы взаимосвязаны, и нарушение технологического режима хотя бы одной из подсистем приводит к остановке всего цикла работы системы в целом. Поэтому в настоящее время

большое внимание уделяется прогрессивным методам разработки многокомпонентных систем, одним из которых является метод подземного выщелачивания (ПВ). Метод ПВ по сравнению с другими методами наиболее экономичный и безвредный, а его использование не приводит к нарушению окружающей среды.

Сложность процесса, протекающего в реальных подземных условиях, обуславливает необходимость разработки математических моделей и программного обеспечения для изучения всего цикла технологического процесса ПВ в реальных условиях и принятия решений в соответствии с целью управления. Основная цель создания модели – характеристика и прогнозирование некоторых объектов и технологических процессов. Модели, основанные на математической интерпретации проблемы, помогают в поиске необходимой информации для принятия решений с помощью определенных алгоритмов. Таким образом, разработка моделей для решения проблем анализа и принятия решений в управлении технологическими процессами подземного выщелачивания при добыче полезных ископаемых в рудных месторождениях, а также создание соответствующих вычислительных алгоритмов и программного обеспечения являются актуальными на сегодняшний день.

Растворение полезного компонента в недрах земли и последующее движение образовавшихся соединений происходят в основном в соответствии с гидродинамическими законами, законами массопереноса и химической кинетики. Сложность процесса, протекающего в реальных подземных условиях, обуславливает необходимость разработки математических моделей и программного обеспечения для изучения всего цикла технологического процесса ПВ в реальных условиях и принятия решений в соответствии с целью управления. Основная цель создания модели – характеристика и прогнозирование некоторых объектов и технологических процессов. Модели, основанные на математической интерпретации проблемы, помогают в поиске необходимой информации для принятия решений с помощью определенных алгоритмов. Математическая модель управления для принятия решений при

анализе технологического процесса ПВ предлагается в следующем уравнении, отображающем характер изменения фильтрационного потока:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{kh}{\mu} \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{kh}{\mu} \frac{\partial H}{\partial y} \right) + \mu \sum_{i=1}^N \delta(x - x_i, y - y_i) Q_i(t) = mh\beta \frac{\partial H}{\partial t} \quad (1)$$

в области  $G = \{(x, y, t) / a < x < b, \quad c < y < d, \quad 0 < t \leq T_k\}$ , удовлетворяющей граничным  $(\alpha \frac{\partial H}{\partial n} + (1 - \alpha)H) / \Gamma = \varphi(x, y)$  и начальным  $H(x, y, 0) = H_0(x, y)$  условиям.

После решения задачи (1) и определения напора  $H$  находится скорость фильтрации по закону Дарси:  $v_x = -k_1 \frac{\partial H}{\partial x}$ ,  $v_y = -k_2 \frac{\partial H}{\partial y}$ .

С целью определения концентрации полезного компонента в пласте рассматривается уравнение конвективной диффузии:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( D \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( D \frac{\partial C}{\partial y} \right) - \frac{\partial(v_x C)}{\partial x} - \frac{\partial(v_y C)}{\partial y} - \gamma(C - C_m) = m \frac{\partial C}{\partial t}, \quad (2)$$

Главная задача состоит в обеспечении целесообразных действий с помощью управления процессом ПВ и выборе параметров, гарантирующих осуществление следующих основных целей: минимизация притока реагента через рудоносные границы пласта; обеспечение равномерного гидродинамического выщелачивания; максимизация значений концентрации полезного компонента; оптимальное расположение скважин.

Эти цели реализуются путём минимизации целевой функции  $R$  выбором критерия оптимизации ( $U$ ), т.е. решением задачи

$$R(U) = \int_0^T \sum_{i=1}^{N_i} [C_i(X, U) - C_{ib}(X, U)]^2 dt, \quad R^* = \min_{U \in \Omega} R(U), \quad R(U^*) < \varepsilon, \quad U_0 < U < U_n, \quad \Omega = \{\gamma, q_o, q_k\}$$

Здесь  $C(X, U)$  – решение задачи (1)-(2) в точке  $(x, y)$  в заданный момент времени  $t$ ,  $C_b(X, U)$  – требуемое оптимальное значение полезной компоненты,  $\varepsilon$  – заданная точность,  $U$  – вектор с компонентами,  $\gamma$  – концентрация кислоты в закачиваемом растворе,  $q_o, q_k$  – дебиты скважин,  $v$  – скорость фильтрации и др. Вводятся следующие критерии управления для решения этой задачи.

Итак, для принятия необходимых решений в целях управления технологическим процессом ПВ решаются следующие задачи: системное исследование объекта ПВ, обработка данных, математическое моделирование, создание вычислительных алгоритмов, объектно-ориентированное программирование.

По результатам вычислений ниже показано изолинии напора: А также получение результатов на вычислительной машине, системный анализ полученных результатов для принятия решений в управлении процессом.

Из-за сложности процесса ПВ выбор параметров происходит не одновременно, а по отдельности. Гидродинамические параметры выбираются с использованием гидродинамической модели для процесса ПВ. В качестве экспериментальных значений используются динамические величины, примененные в предыдущей разработке. После этого выбираются кинетические параметры. В этом случае выходящими параметрами или последней целью является максимизация значений концентрации откачной скважины.

#### **Использованные источники:**

1. Исманова К. Д., Ибрагимов Д. Х. Системный анализ для определения параметров, обеспечивающих повышение эффективности управления технологическими процессами подземного выщелачивания //Актуальные научные исследования в современном мире. – 2016. – №. 11-1. – С. 61-64.
2. Исманова К. Д., Жураев Т. М. Модель и алгоритм оптимизации основных параметров, влияющих на процесс подземного выщелачивания в условиях этажной системы разработки //Теория и практика современной науки. – 2016. – №. 4. – С. 309-311.