

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПРОЦЕССА ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ В НЕОДНОРОДНОМ РУДОНОСНОМ СЛОЕ

Канцель А.А.

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова,
факультет Вычислительной математики и кибернетики,
Россия, 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, МГУ, д.1 стр. 52
Тел.: +7 (495) 7259836, e-mail: anton.kantsel@gmail.com

Обсуждается новая, более полная математическая модель динамики подземного выщелачивания (ПВ) – одного из самых экономичных и экологически чистых способов добычи полезных ископаемых. Актуальность темы обусловлена постоянно растущими объемами добычи способом ПВ различных металлов, в т.ч. одного из наиболее перспективных видов источников энергии – урана.

Представим себе обводненный пласт проницаемого грунта, «зажатый» сверху и снизу слоями водоупоров. В проницаемом грунте распространены минералы полезного компонента. С поверхности в пласт пробуриваются технологические скважины, через которые подается раствор выщелачивающего реагента. Раствор фильтруется сквозь проницаемый грунт, растворяет соединения полезного компонента и переносит его к откачным скважинам, через которые обогащенный раствор поднимается на поверхность для дальнейшей обработки.

Такой процесс, при всех очевидных преимуществах, обладает рядом особенностей. Проницаемый грунт перемежается с непроницаемыми глинистыми пропластками, которые «искажают» линии тока раствора. Растворение полезного компонента и сопутствующих соединений меняет пористость грунта и, в результате, влияет на картину фильтрации.

Обсуждаемая модель учитывает пространственную неоднородность ряда характеристик геологической среды, временную изменчивость этих характеристик и взаимное влияние гидродинамических и химико-кинетических процессов. Предложен новый способ описания изменения скорости гетерогенного взаимодействия раствора и вещества в твердой фазе.

Проанализирован ряд одномерных модельных задач. Аналитически получены автомодельные решения уравнений модели, описывающие важные законы развития процесса. Разработан комплекс программ для численного исследования динамики ПВ в двумерном приближении. Модель и комплекс программ могут применяться для решения практических задач – оптимального проектирования добычи на фильтрационно-сложных участках, и теоретического исследования законов развития процесса подземного выщелачивания.

Другой важнейшей областью приложения разработанной модели является прогноз зон локализации остаточных, недоизвлеченных запасов полезного компонента, а также т.н. природно-техногенного оруденения, которое может формироваться вновь на уже отработанных ранее участках.