

## ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР

## ПРИМЕНЕНИЕ НЕРЕГУЛЯРНЫХ СХЕМ РАСПОЛОЖЕНИЯ СКВАЖИН ПРИ ДОБЫЧЕ УРАНА МЕТОДОМ СКВАЖИННОГО ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

А.Э. Шрайнер

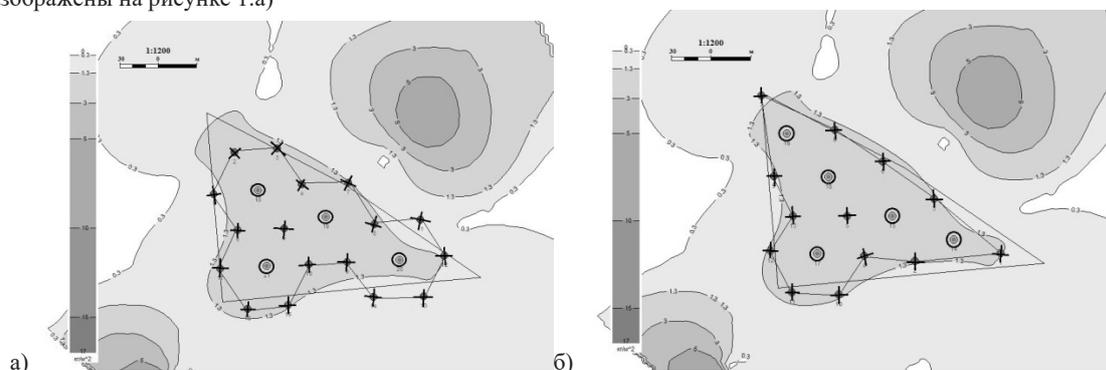
*Научный руководитель профессор М.Д. Носков  
Северский Технологический Институт НИЯУ МИФИ, г. Северск, Россия*

В настоящее время наиболее перспективным способом добычи урана является скважинное подземное выщелачивание (СПВ), которое характеризуется технологичностью, экономичностью и экологичностью процесса по отношению к другим способам. СПВ - метод разработки месторождений полезных ископаемых, при котором происходит воздействие на залежь на месте ее залегания с целью перевода полезных компонентов в раствор и последующее их извлечение. Данный способ эффективен при разработке бедных и глубокозалегающих месторождений, которые характеризуются сложными гидрогеологическими и горно-технологическими условиями [1-2].

Участки залежи небольшого размера обычно обрабатываются стандартными регулярными ячеистыми или рядными схемами, что требует повышенных капитальных затрат и эксплуатационных расходов на единицу продукции. В данной статье рассматривается применение адаптивных нерегулярных схем при добыче урана методом СПВ для более эффективной отработки малого рудного тела.

Исследования проводились методом математического моделирования процесса СПВ с использованием специализированного программного обеспечения «Курс», разработанного в СТИ НИЯУ МИФИ [3-4]. Программа позволяет создавать цифровые модели эксплуатационных блоков, включающие в себя модели геологической среды и технологических объектов, а также проводить моделирование процесса выщелачивания урана. Работа программы основана на математической модели, описывающей физико-химические процессы, происходящие в продуктивном горизонте при сернокислотном выщелачивании урана: распределение давления, фильтрацию жидкости и связанный с ней массоперенос, гидродинамическую дисперсию, растворение и образование минералов, гомогенные и гетерогенные окислительно-восстановительные и кислотно-основные процессы, комплексобразование и др. Геотехнологические расчеты проводятся с учетом гидрологических и геологических особенностей строения продуктивного горизонта, режимов работы технологических скважин и составов нагнетаемых растворов.

В ходе исследования моделировались различные варианты вскрытия малого рудного тела с использованием ячеистой гексагональной и адаптивной нерегулярной схем расположения технологических скважин. Расстояние между откачными и закачными скважинами для гексагональной схемы составляет 35 м. Адаптация проводилась на основе гексагональной сетки, путем трансформации шестиугольных ячеек в трех-, четырех-, пятиугольные ячейки. Это позволило уменьшить количество закачных скважин с 17 до 13 а общее количество технологических скважин с 21 до 18. Построенные гексагональная и адаптивная нерегулярная сети расположения скважин изображены на рисунке 1.а)



**Рис. 1. Карты распределения продуктивности: гексагональная схема скважин (а), адаптивная схема скважин (б). Крестиками отмечены закачные скважины, кружочками - откачные**

Моделирование отработки проводилось до момента достижения 80% извлечения урана из контура эксплуатационного блока. При использовании гексагональной схемы скважин суммарный дебит откачных скважин составлял 20 м<sup>3</sup>/ч, для адаптивной схемой суммарный дебит откачных скважин равняется 25 м<sup>3</sup>/ч. Суммарный дебит закачных скважин всегда равнялся суммарный дебету откачных. В обоих вариантах отработки средняя концентрация кислоты в ВР составляла 7 г/л. Результаты моделирования отработки блока различными схемами скважин на момент 80% извлечения урана из контура эксплуатационного блока представлены на рисунке 2.

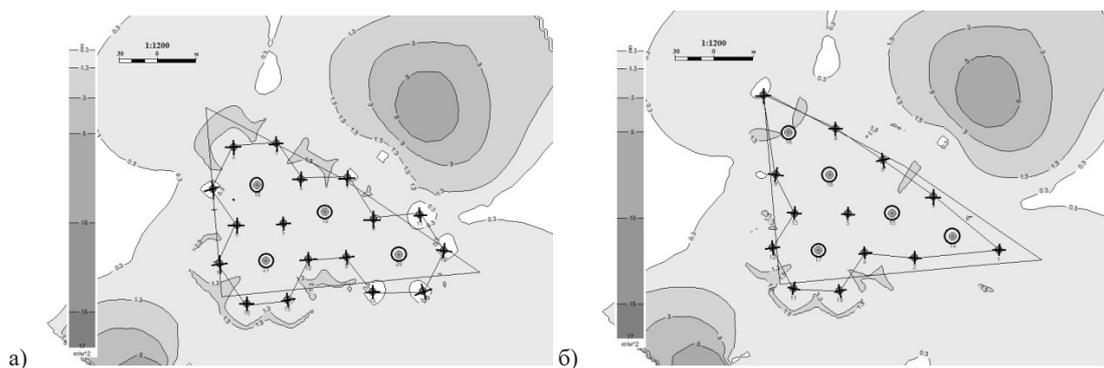


Рис. 2. Карты распределения продуктивности на момент 80% извлечения урана: гексагональная схема скважин (а), нерегулярная адаптивная схема скважин (б)

На рисунке 3 приведены графики зависимости массы извлеченного урана и темпа добычи от времени для ячеистой гексагональной и адаптивной нерегулярной схем расположения технологических скважин. Сравнение графиков показывает, что применение нерегулярной схемы скважин позволяет повысить темп добычи урана и сократить время отработки блока.

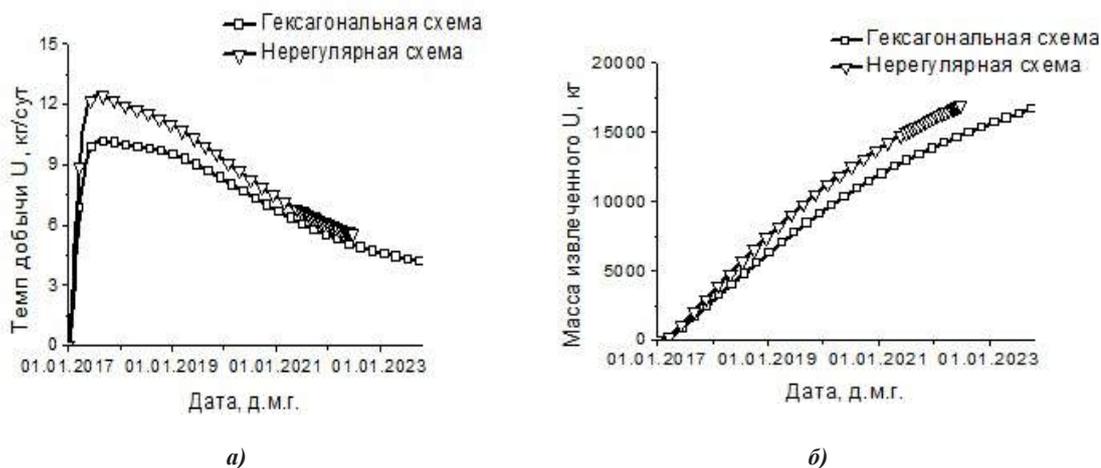


Рис. 3. Зависимости от времени показателей отработки блока при различных схемах скважин. Масса извлеченного урана (а), темп добычи (б)

Таким образом, применение нерегулярных адаптивных схем скважин для разработки малых рудных тел является более эффективным, чем применение регулярных ячеистых схем. По сравнению с традиционными регулярными схемами они позволяют сократить время отработки, а также уменьшить количество технологических скважин, что приводит к снижению себестоимости добычи урана.

#### Литература

1. Арнс В.Ж., Гридин О.М., Крейнин Е.В. и др. Физико-химическая геотехнология. – М.: Изд-во МГГУ, 2010. – 575 с.
2. Белецкий В.И., Богатков Л.К., Волков Н.И. и др. Справочник по геотехнологии урана. – М.: ЭнергATOMиздат, 1997- 672с.
3. Кеслер А.Г., Жиганов А.Н., Истомин А.Д., Носков М.Д., Носкова С.Н., Чеглоков А.А. Применение геотехнологического информационно-моделирующего комплекса для оптимизации разработки блоков месторождений урана методом скважинного подземного выщелачивания // Учебное пособие. - Северск:Изд. СТИ НИЯУ МИФИ, 2009. – С.96.
4. Носков М.Д., Гуцул М.В., Истомин А.Д., Кеслер А.Г., Носкова С.Н. Применение математического моделирования для решения геотехнологических и экологических задач при добыче урана способом подземного выщелачивания // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2012. - № 7.–С. 361-366.