

УДК 622.241:622.775

**Н.А. Гаврилова**

## **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГООСТВОЛЬНЫХ СКВАЖИН НА ХИАГДИНСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ПРИ ИЗВЛЕЧЕНИИ УРАНА СПОСОБОМ СКВАЖИННОГО ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ**

*Разработаны конструкция технологической скважины с одним дополнительным стволом и способ скважинного подземного выщелачивания продуктивного пласта с рядным расположением технологических скважин.*

*Ключевые слова: скважина, скважинное подземное выщелачивание, продуктивный пласт.*

**Семинар № 17**

Урановые месторождения Хиагдинского рудного поля расположены в Центральном Забайкалье в пределах Баунтовского района Республики Бурятия. Все они относятся к гидрогенному типу и по своим геотехнологическим показателям пригодны для отработки высокоэффективными системами скважинного подземного выщелачивания (СПВ). В настоящее время на Хиагдинском месторождении ведутся опытно-промышленные работы с применением метода СПВ вертикальными одноствольными технологическими скважинами [1, 2].

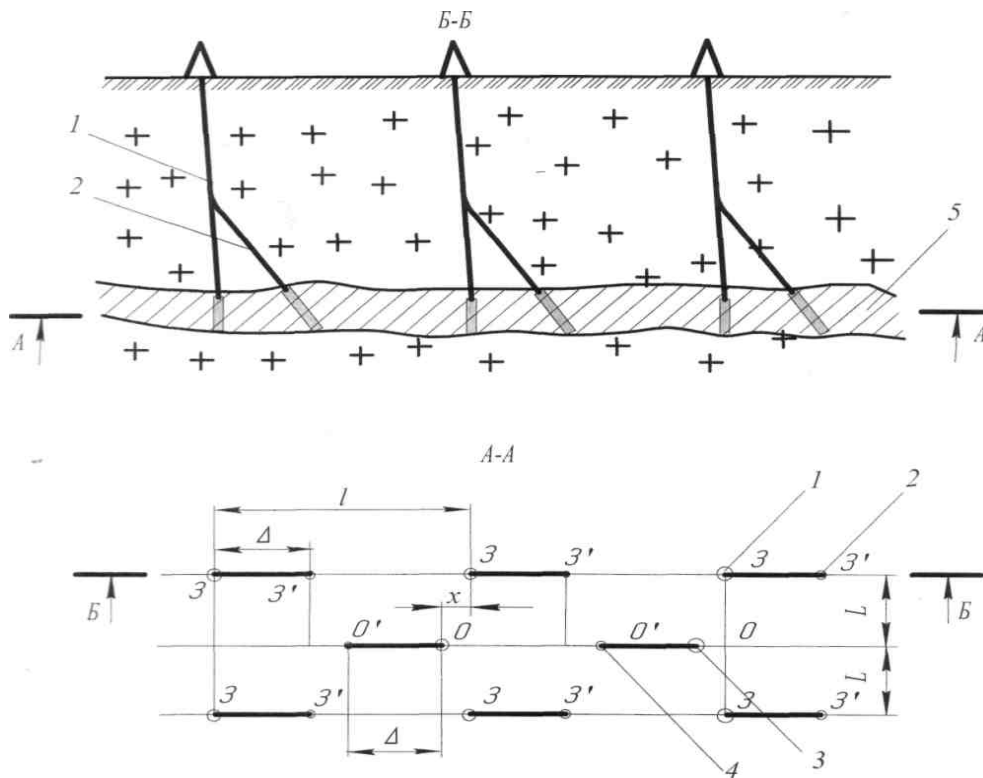
Уникальность Хиагдинского месторождения обусловлена достаточно значительной глубиной залегания продуктивного пласта (150...290 м), который заключен между двумя водоупорами: подошвой базальтов (IX категории пород по буримости) и кристаллическим фундаментом [1]. Перечисленные горно-геологические особенности залегания месторождения и принятая технология его вскрытия обуславливают значительные затраты на бурение технологических скважин при незначительной площади охвата продуктивного пласта одной скважиной.

В то же время, указанные горно-геологические условия предполагают, что одним из возможных вариантов по-

вышения интенсивности при его отработке может быть применение многоствольных технологических скважин.

Бурение дополнительных стволов технологических скважин позволит значительно увеличить длину фильтров и площадь охвата пласта одной многоствольной скважиной, повысить ее приемистость. Благодаря этому сокращается объем буровых работ и интенсифицируется процесс выщелачивания и, таким образом, значительно увеличивается производительность процесса СПВ в целом, и тем самым уменьшается себестоимость добытого полезного ископаемого.

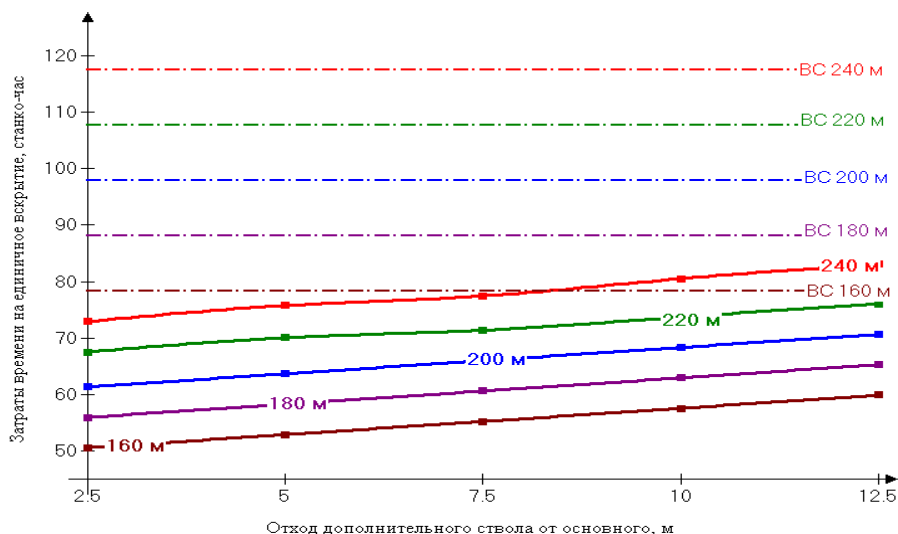
Анализ предложенных ранее технических решений по применению многоствольных технологических скважин при СПВ [3-5] показал, что основными их недостатками являются возникающие сложности в процессе их сооружения и оснащения, связанные с трудностью забуривания дополнительных наклонных стволов из вертикальных наклонных основных стволов и их оборудованием колоннами эксплуатационных труб. И, кроме того, они не обеспечивают равномерную проработку продуктивного пласта выщелачивающими растворами.



**Рис. 1. Схема вскрытия продуктивного пласта многоствольными скважинами с их рядным расположением:** 1 (3) – основной ствол закачной (откачной) технологической скважины; 2 (4) – дополнительный ствол закачной (откачной) технологической скважины; 5 – продуктивный пласт, O (3) – основной ствол откачной (закачной) скважины; O' (3') – дополнительный ствол откачной (закачной) скважины; L – расстояние между рядами скважин, м где x – величина смещения забоев основных стволов закачных и откачных скважин относительно друг друга вдоль линий рядов скважин, м; l – шаг вскрытия вдоль линий рядов скважин, м; Δ – отход забоев дополнительных наклонных стволов закачных и откачных скважин от забоев их основных стволов, м

С учетом выявленных недостатков указанных способов СПВ для вскрытия и последующей отработки продуктивного пласта разработаны конструкция технологической скважины с одним дополнительным стволом и способ СПВ продуктивного пласта с рядным расположением технологических скважин (рис. 1). Сущность способа заключается в том, что вскрытие продуктивного горизонта осуществляется рядами закачных и откачных скважин, при этом из ос-

новных стволов 1 закачных скважин дополнительные наклонные стволы 2 бурят вдоль линии их ряда в одном направлении, а из основных стволов 3 откачных скважин дополнительные стволы 4 бурят также вдоль линии их ряда, но в противоположном направлении Кроме того, основные стволы закачных 1 и откачных 3 скважин бурят до места забурирования дополнительного наклонного ствола с зенитным углом от  $3^0$  до  $10^0$  в плоскостях, совпадающих с апсидальными



**Рис. 2. Графики зависимости минимальной трудоемкости единичного вскрытия продуктивного пласта многоствольными скважинами от их глубины и величины отхода дополнительного ствола от основного: BC-180 м (200 м) - трудоемкость вскрытия вертикальной (многоствольной) скважиной при глубине скважин 180 м (200 м)**

плоскостями их дополнительных стволов, а забои основных стволов закачных и откачных скважин смещают относительно друг друга вдоль линий их рядов в направлении бурения их дополнительных наклонных стволов на величину смещения,  $x$ , определяемую из соотношения:

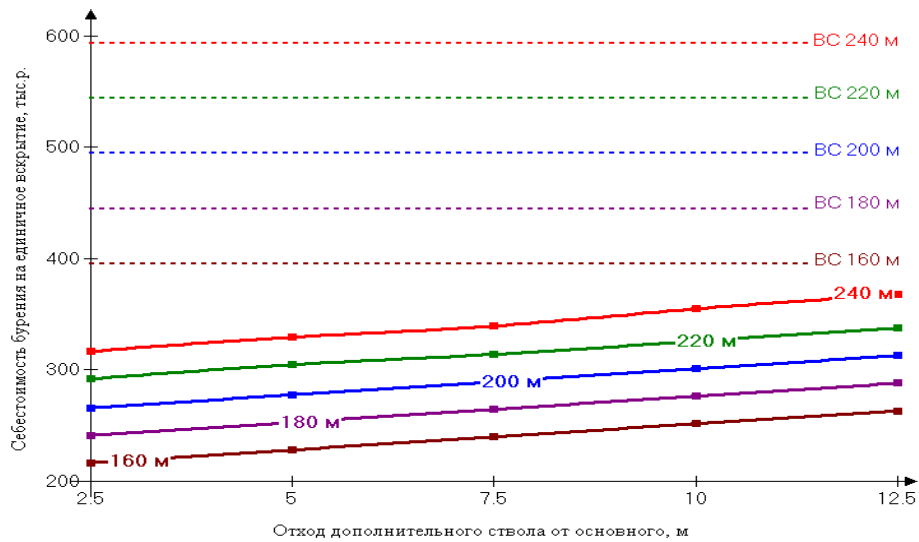
$$x = \frac{l - 2\Delta}{2}, \quad (1)$$

Смещение забоев основных стволов закачных и откачных скважин относительно друг друга вдоль линий их рядов в направлении бурения их дополнительных стволов обеспечивает повышение равномерности проработки продуктивного пласта при последующем выщелачивании за счет выравнивания длины линий токов выщелачивающих растворов от основных и дополнительных стволов закачных до, соответственно, основных и дополнительных стволов откачных скважин; выравнивания площадей элементарных

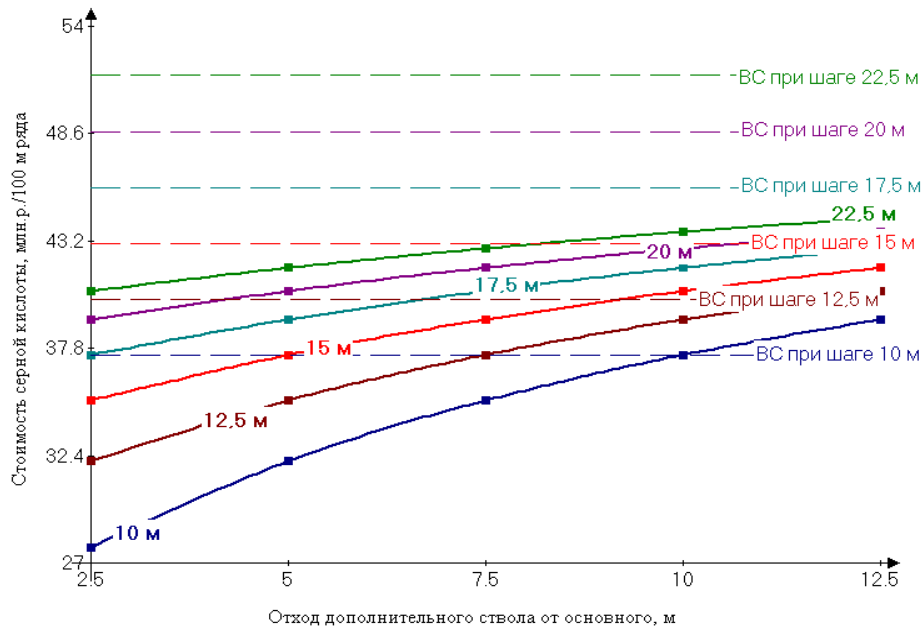
ячеек, обрабатываемых взаимодействующими основными и дополнительными стволами закачных и откачных скважин, а также симметричности указанных ячеек относительно линиям их минимальной длины линии тока выщелачивающих растворов.

Сравнительный анализ технико-экономических показателей предложенного способа вскрытия продуктивного пласта и базового способа СПВ (вскрытие продуктивного пласта одноствольными вертикальными скважинами) по величинам затрат на вскрытие продуктивного пласта (рис. 2, 3) и затрат на выщелачивание урана (рис. 4) при глубинах скважин 160...240 м выявил следующие закономерности:

- 1) зависимость трудоемкости и себестоимости единичного вскрытия продуктивного ствола многоствольной скважиной от величины отхода дополнительного ствола от основного носит линейный характер.



**Рис. 3. Графики зависимости минимальной себестоимости единичного вскрытия продуктивного пласта многоствольными скважинами от их глубины и величины отхода дополнительного ствола от основного: ВС-180 м (200 м) - себестоимость вскрытия вертикальной (многоствольной) скважины при глубине скважин 180 м (200 м)**



**Рис. 4. Графики зависимости стоимости серной кислоты приходящейся на 100 м длины ряда вскрытия от шага вскрытия и величины отхода дополнительного ствола от основного: ВС - стоимость серной кислоты, затраченной на выщелачивание при указанном шаге вскрытия (l) продуктивного пласта вертикальными (многоствольными) скважинами**

Разница между трудоемкостью и себестоимостью единичного вскрытия продуктивного пласта вертикальной одноствольной скважиной и многоствольной скважиной с увеличением глубины уменьшается по линейной зависимости, но при этом остается положительной во всем рассматриваемом диапазоне глубин и отходов.

- 2) затраты на выщелачивание, с увеличением величины отхода дополнительного ствола от основного увеличиваются по степенной зависимости, при этом, чем больше шаг вскрытия  $l$ , тем меньше величина отхода влияет на данные показатели. Разница между затратами на выщелачивание при использовании систем СПВ на основе одноствольных вертикальных и многоствольных добычных скважин во всем рассматриваемом диапазоне величин шага вскрытия, отхода дополнительного ствола от основного и глубины скважин существенно положительна.

Для поиска оптимальных параметров системы СПВ на основе многоствольных добычных скважин по критерию минимума себестоимости добычи 1 кг урана использован симплекс метод, с помощью которого найдена точка оптимума при следующих

параметрах системы СПВ: шаг вскрытия  $l=32,5$  м, отход забоев дополнительных наклонных стволов закачных и откачных скважин от забоев их основных стволов  $\Delta=12,5$  м. При этом цеховая себестоимость добычи урана составила 767,66 р/кг, что на 26 % ниже по сравнению с системой СПВ на основе одноствольных вертикальных скважин с шагом вскрытия 20 м.

Таким образом, применение систем СПВ на основе многоствольных добычных скважин для вскрытия продуктивного пласта в условиях Хиагдинского месторождения позволит сократить трудоемкость буровых работ на 60 %, их себестоимость - на 23 %; трудоемкость выщелачивания - на 21 %, его себестоимость - на 11 % и, кроме того, уменьшить системные потери за счет уменьшения ширины зоны элементарных ячеек отдельных стволов скважин и увеличения отношения ширины зоны элементарных ячеек. В связи с этим цеховая себестоимость добычи 1 кг урана снизится на 26 %, что свидетельствует о значительных перспективах использования предложенного способа СПВ для отработки не только Хиагдинского месторождения, но и других месторождений Хиагдинского рудного поля.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пименов, М.К. Перспективные направления совершенствования технологии скважинного подземного выщелачивания урана на месторождениях России / М.К. Пименов и [др] // Горный журнал. - 1999 - № 12/ - С. 41-44.
2. Фазлуллин, М.И. Особенности техники и технологии подземного выщелачивания на Хиагдинском урановом месторождении / М.И. Фазлуллин и [др] // Горный журнал. - 1999 - № 12. - С. 54-56.
3. А.с. 1451261, МКИ<sup>5</sup> Е 21 В 43/28. Способ добычи полезных ископаемых из рудных тел подземным выщелачиванием /
- Е.Г. Фонберштейн, С.П. Экомасов, О.В. Подмарков, С.А. Рыбакова (СССР). - № 4174655/22-03; заявл. 05.01.87; опубл. 15.01.89, Бюл. № 2. - 3 с.: ил.
4. Комплексы подземного выщелачивания / И.Г. Абдульманов [и др.]; под ред. О.Л. Кедровского. - М.: Недра, 1992. - С. 125-127.
5. А.с. 1528898, МКИ<sup>5</sup> Е 21 В 43/28. Способ подготовки продуктивного горизонта к выщелачиванию / И.Г. Абдульманов, М.М. Смирнов, В.Р. Буянов (СССР). - № 4381492/23-03; заявл. 24.02.88; опубл. 15.12.89, Бюл. № 46. - 2 с.: ил. **ПАТ**

#### Коротко об авторе

Гаврилова Н.А. - аспирант Читинского государственного университета, E-mail root@techuniv.chita.ru