

может вызывать перемерзание разводящего коллектора и не исключает возможности замерзанию рассолов в стволе скважин.

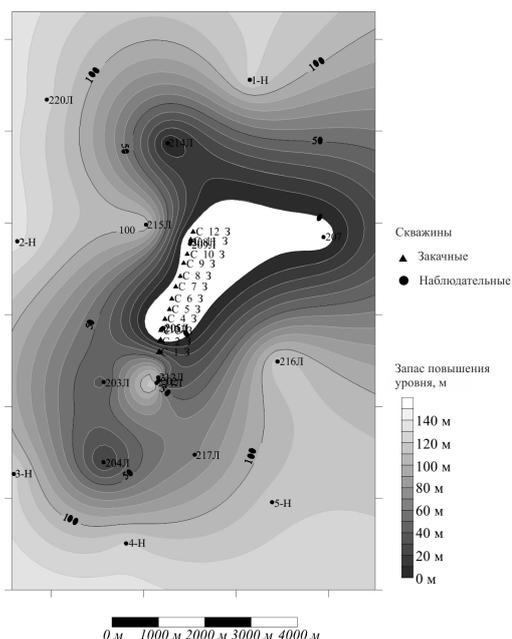


Рис. 2. Изолинии разницы отметок уровня подземных вод и предельно допустимой отметки его повышения (+290 м) (не имеет закрашки зона превышения допустимого повышения уровня)

Таким образом, нормальная работа поглощающих скважин на полигоне утилизации практически невозможна без непрерывного контроля нарушенного гидродинамического режима подземных вод, который выступает важнейшим звеном обратной связи при управлении оптимальным режимом нагнетания, обеспечивающим эксплуатацию полигона при максимально возможной производительности на установленный проектом расчётный срок эксплуатации.

Литература

1. Дроздов, А. В. Захоронение дренажных рассолов в многолетнемерзлых породах (на примере криолитозоны Сибирской платформы). – Иркутск: Изд-во ИГТУ, 2008. — 507 с.
2. Методические рекомендации по организации режимных гидрогеохимических наблюдений в горнорудных районах. – Белгород, ВИОГЕМ, 1981
3. Алексеев С. В. Криогидрогеологические системы Якутской алмазоносной провинции. – Новосибирск: Изд-во Гео, 2009. – 314 с.
4. Дроздов А. В. Горно-геологические особенности глубоких горизонтов трубки Удачной // ГИАБ. 2011. №3

МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ВОДОПРИТОКА К УГОЛЬНОМЕТАНОВЫМ СКВАЖИНАМ В ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ ЮГА КУЗНЕЦКОГО БАССЕЙНА

А.Г. Гридасов

Научный руководитель: Кузеванов К.И.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия

В Кузнецком бассейне развивается первый в России промысел по добыче метана из угольных пластов, неразгруженных от горного давления. Значимость данного вида добычи трудно переоценить как с точки зрения получения нового полезного ископаемого, так и в контексте снижения опасности ведения горных работ и уменьшения выбросов парникового газа метана в атмосферу.

Метан является спутником угленосных отложений, образуется на всех стадиях углефикации и прочно сорбируется пористой поверхностью угля при достаточном гидростатическом давлении подземных вод. После вскрытия угольных пластов горными выработками, которое сопровождается дренированием угленосных отложений, активизируется процесс десорбции метана и газ мигрирует в область меньшего давления, то есть в горную выработку. На данном свойстве и основан метод скважинной добычи метана из неразгруженных пластов угля. Для этого газоносный угольный пласт вскрывают скважинами с земной поверхности и запускают откачку пластовых вод. В зоне влияния откачки формируется концентрическая область пониженного пластового давления с эпицентром в скважине – депрессионная воронка, она же является зоной десорбции. Газ, десорбируемый при снижении гидростатического давления, в растворённом состоянии мигрирует по градиенту давления и выделяется в той же скважине, из которой ведётся водоотбор. Таким образом, угольнометановая скважина в процессе эксплуатации извлекает на поверхность метан в свободном и растворённом виде, а также пластовые

воды. Добыче угольного метана сопутствует эксплуатационная откачка подземных вод. Этим обусловлена высокая значимость исследований гидрогеологических условий в районах угольнометанового промысла.

Мировой опыт промышленной добычи метана из угольных пластов насчитывает три десятилетия, в течение которых оптимизируются технологии вскрытия и освоения продуктивных пластов. Как показывает практика, универсальный подход в сфере планирования геологоразведочных работ не возможен, поскольку особенности дегазации угольных пластов определяются сочетанием факторов природных условий, которым присуща высокая региональная изменчивость. Поэтому освоению ресурсов угольного метана в каждом регионе предшествует комплекс прикладных и фундаментальных исследований. При изучении аспектов метанового промысла необходимо оценивать как газодинамические характеристики, так и параметры гидродинамического влияния нового объекта недропользования на природную среду и смежные сферы хозяйственной деятельности: шахтные поля, угольные разрезы, месторождения подземных вод.

В настоящее время в Кузнецком бассейне угольный метан добывается на Талдинской и Нарыкско-Осташкинской площадях Ерунаковского района, ведётся подготовка к освоению ресурсов угольного метана в Тутуяском районе, расположенном близ южной границы бассейна. В этой связи нами проведена прогнозная оценка условий формирования водопритока к угольнометановым скважинам, результаты которой актуальны для обоснования полевых гидрогеологических исследований.

Целью настоящей работы является выявление гидродинамических особенностей эксплуатации угольнометановых скважин в природных условиях, характерных для южной провинции Кузнецкого бассейна. Соответственно этому решались следующие задачи:

- факторный анализ условий водообмена;
- разработка геофильтрационной схемы;
- имитационное моделирование работы углеметановой скважины;
- тестирование чувствительности модели к вариациям начальных условий;
- оценка гидродинамического влияния скважин.

Условия водообмена в районе обусловлены совокупным действием ряда природных факторов: климатических, ландшафтных, геологических и гидрогеологических, которые подробно рассмотрены в предшествующих работах [1, 2]. Техногенное влияние на подземные воды региона оказывает эксплуатация водозаборов подземных вод и дренажных систем угольных разрезов и шахт. Геофильтрационная схематизация основана на анализе факторов водообмена и включает в себя определение структурных элементов области фильтрации и их параметров, временных характеристик моделируемого процесса, а также начальных и граничных условий. Алгоритмика разработки геофильтрационной схемы, параметры граничных условий, перечень элементов области фильтрации и диапазон изменения их характеристик приводятся в работах [3, 4].

Моделирование осуществлялось с помощью вычислительного модуля MODFLOW в среде программного комплекса Groundwater Modeling System. Гидродинамические модели области формирования водопритока к угольнометановой скважине построены на основе геофильтрационной схематизации с учётом определяющих факторов природных условий. В ходе серии модельных экспериментов, путём последовательных приближений была получена оптимальная модель, которая при минимуме структурных элементов позволяет достаточно полно охарактеризовать гидродинамическое влияние водоотбора на напорное поле в толще угленосных пород. При целенаправленном управлении параметрами гидродинамической модели, проведено изучение закономерностей формирования нарушенного режима фильтрации в процессе скважинной добычи угольного метана. Результаты моделирования представлены картой напоров подземных вод в условиях нарушенного режима фильтрации.

Область фильтрации представлена ортогональной конечно-разностной сеткой с размерами ячеек 100×100 м. Эксплуатируемый угольный пласт мощностью 10 м задан с коэффициентом фильтрации 0,04 м/сут. Выше и нижележащие пласты имеют мощность по 500 м, что соответствует обобщённому разрезу угленосной толщи в зоне замедленного водообмена. Они обладают фильтрационной неоднородностью по проницаемости в плане и разрезе: вертикальный коэффициент фильтрации 0,001 м/сут, горизонтальный коэффициент фильтрации 0,01 м/сут. Таким образом, в строении модели отражен слоистый характер угленосной толщи, сложной породы с широким диапазоном проницаемости. Внешний периметр модели задан граничными условиями I-го рода с постоянным напором, что служит имитацией отдалённых областей питания толщи. Горизонтальные границы модели заданы граничными условиями II-го рода с нулевым расходом, что обусловлено изолированным характером глубоко залегающих толщ. Расчёты произведены в стационарной постановке. Имитация водоотбора из толщи осуществлена при максимально возможном понижении уровня. Модель построена таким образом, чтобы контуры области фильтрации были отдалены от области влияния скважины на расстояние, исключающее их влияние на форму депрессионной воронки.

Результаты тестового моделирования показали, что гидродинамическое влияние локального водоотбора в зоне замедленного водообмена активнее распространяется по проницаемым пластам углей, чем в относительно водоупорных смежных породах. Таким образом, субгоризонтальное залегание угольных пластов обеспечивает распространение возмущения от угольнометановых скважин преимущественно по площади и, в меньшей степени, в разрезе. Понижение уровня пьезометрической поверхности в расчетном блоке с откачкой при максимальных нагрузках на скважину составляет 471 м (рис.), а по стволу скважины может существенно увеличиваться под влиянием её несовершенства. Имитация водоотбора с различной интенсивностью показывает, что при ограниченной мощности угольного пласта дебит скважины не может превышать $370 \text{ м}^3/\text{сут}$. На практике же, в силу технических и природных обстоятельств, стоит ожидать водоприток на порядок меньшей величины. Точные оценки величины водопритока возможны после проведения полевых гидрогеологических исследований.

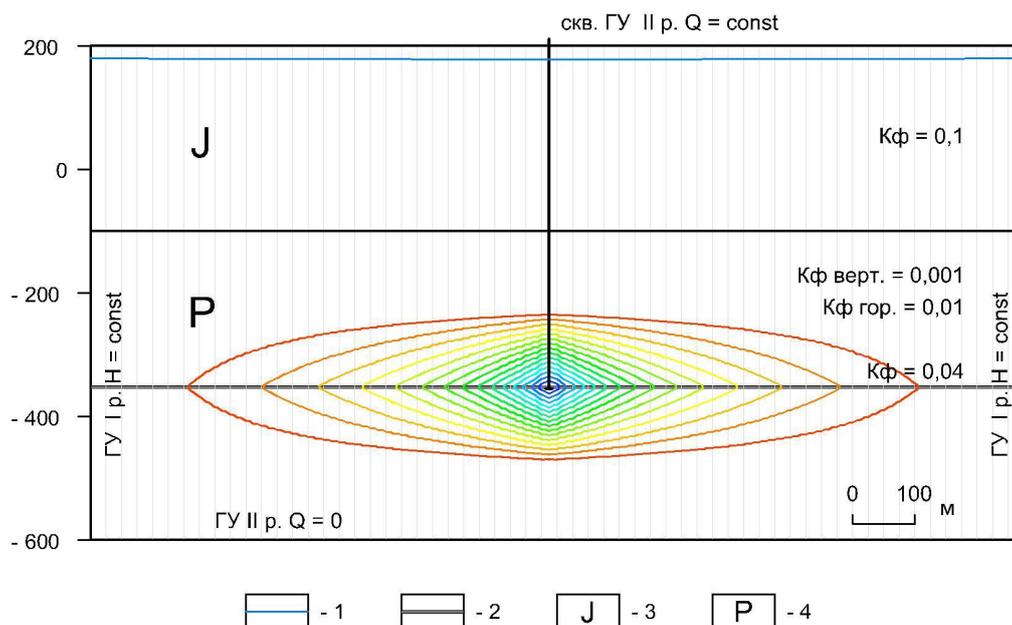


Рис. Модель гидродинамического влияния водоотбора из толщи угленосных пород в зоне замедленного водообмена. 1 – уровень подземных вод; 2 – угольный пласт; 3 – толщина юрских отложений; 4 – угленосная толща пермских отложений

Анализ баланса моделей показал, что местное питание перспективной угленосной толщи незначительно, поэтому влияние водоотбора из глубоко залегающих горизонтов следует ожидать в области выхода дренируемых угольных пластов в зону активного водообмена, где может наблюдаться пропорциональное снижение объёма речного стока.

Характер влияния угольнометанового промысла на напорное гидродинамическое поле в районе газодобычи будет определяться схемой расположения скважин и режимом их эксплуатации. Структуру нарушенного потока определяет фильтрационная неоднородность разреза. Интенсивность водопритока напрямую зависит от проницаемости дренируемой толщи и влияния гидродинамических границ.

Литература

1. Гридасов А. Г. Результаты гидродинамических исследований структурной скважины № СР-15 на Чалтокском участке работ по поиску угольного метана (Кузбасс) // Проблемы геологии и освоения недр: труды XVIII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова / НИ ТПУ, Институт природных ресурсов. – Томск, 2014 г. – Т. 1. – [с. 442-444].
2. Гридасов А. Г. Гидрогеологические условия добычи угольного метана на примере перспективных площадей Южного Кузбасса // Трофимукские чтения / СО РАН, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука. – Новосибирск: РИЦ НГУ, 2015. – [с. 101-104].
3. Гридасов А. Г. Схематизация гидродинамических условий на месторождениях угольного метана в Кузнецком бассейне // Проблемы геологии и освоения недр: труды XX Международного симпозиума имени академика М. А. Усова / НИ ТПУ, Институт природных ресурсов. – Томск, 2016 г. – Т. 1. – [с. 537-539].
4. Кузеванов К. И., Пургина Д. В. Оценка гидрогеологических условий проходки наклонного шахтного ствола с использованием ГИС-технологий (на примере угольного месторождения Кузбасса) // Математическое моделирование, геоинформационные системы и базы данных в гидрогеологии: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 25-27 сентября 2013. - Москва: Изд-во МИИ, 2013 - С. 47-49.