

В районах распространения протерозойских метаморфических пород, значения модулей естественных ресурсов подземных вод находятся в пределах от 0,8 до 5,9 л/(с×км²). В долине р. Большой Тамарак на протяжении 1,2 км выявлен аномальный участок с высоким поглощением поверхностного стока, составляющим 17100 м³/сут.

В области распространения водоносной зоны трещиноватости палеозойских магматических пород, зафиксирована разгрузка подземных вод с расходом 12870 м³/сут. Модуль естественных ресурсов составляет 7,6 л/(с×км²).

Разгрузка подземных вод в поверхностные водотоки не наблюдалась в области распространения водоносного горизонта приуроченного к четвертичным аллювиальным отложениям. Прослежено поглощение стока р. Безымянка и р. Третий Александров. В долине р. Безымянка потеря стока составила около 34% (7430 м³/сут), в долине р. Третий Александров – 1210 м³/сут, что сопоставимо с возможностью поглощения воды песчано-гравийно-галечниковыми отложениями надпойменной террасы р. Витима.

Построенная схема распределения модулей стока позволяет обоснованно разместить эксплуатационные участки при освоении Тамаракского месторождения подземных вод.

Таким образом, формирование естественных ресурсов на месторождении происходит за счет фильтрационных потерь поверхностного стока и инфильтрации атмосферных осадков. В районе распространены водоупорные массивы магматических и метаморфических образований, раздробленных на систему блоков зонами эндогенной трещиноватости. Основной объем естественных ресурсов сосредотачивается в зонах эндогенной трещиноватости, которые питают речную сеть.

Литература

1. Куделин Б.Н. Принципы региональной оценки естественных ресурсов подземных вод / Б.Н. Куделин. – М.: МГУ. – 1960. – 344 с.
2. Кузнецов В.Г. Геологическая карта Иркутской области и сопредельных территорий / В.Г. Кузнецов, П.М. Хренов. – Масштаб 1:500 000. – Л.: ВСЕГЕИ. – 1882. – 90 с.
3. Язвин Л.С. Гидрогеология СССР. Сводный том. Выпуск 3 / Л.С. Язвин. – М. Наука. – 1977. – 276 с.

СХЕМАТИЗАЦИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ УГОЛЬНОГО МЕТАНА В КУЗНЕЦКОМ БАССЕЙНЕ

А.Г. Гридасов

Научный руководитель: доцент К.И. Кузеванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Метан является неизбежным спутником залежей угля, поскольку формируется на всех стадиях углефикации органических осадков и прочно сорбируется материнской породой при соответствующих термодинамических условиях. В основном метан угольных пластов воспринимается как фактор, повышающий опасность проведения горных работ при закрытой добыче угля. Осушение и вскрытие угольного пласта нарушает естественные условия залегания и способствует десорбции метана с последующей его миграцией в область пониженного давления, т.е. в горную выработку. В этой связи, на протяжении длительного времени, угледобывающие предприятия избавляются от метана в ходе обязательного проветривания горных выработок. При этом горючий газ, как правило, выбрасывается в атмосферу, что ухудшает и без того неблагоприятную экологическую обстановку добывающих регионов, и в целом оказывает негативное влияние на климат Земли. Например, угледобывающими предприятиями Кузбасса выбрасывается около 2·10⁹ м³ метана ежегодно [5].

На некоторых предприятиях Кемеровской области внедряются технологии задерживания метана, извлекаемого в процессе вентиляции горных выработок, для последующего использования его энергетического потенциала. Однако в настоящее время более передовым методом считается опережающая дегазация пластов угля путём добычи метана скважинным способом [3]. В основе данного метода лежит известное свойство метана к десорбции и миграции при снятии гидростатического давления. При такой добыче угольного метана газоносный пласт вскрывается скважинами с дневной поверхности, проводится улучшение проницаемости с помощью гидравлического разрыва, затем запускается эксплуатационная откачка пластовых вод. В результате снижения пластового давления происходит десорбция угольного метана, который как в растворённом виде, так и в свободной форме, устремляется к скважине. Ввиду данной особенности, скважинная добыча угольного метана неизбежно сопряжена с попутным извлечением пластовых вод на поверхность, что в свою очередь определяет высокую значимость гидрогеологических аспектов углеметанового промысла.

Для добычи угольного метана в Кузнецком бассейне выделен ряд перспективных площадей, которые сконцентрированы в его южной части и расположены на территории Ерунаковского, Терсинского, Тутуяского и Томь-Усинского промышленных районов. Как правило, площади перспективной добычи приурочены к крыльям брахисинклинальных структур, что обусловлено относительной доступностью в таких структурах угольных пластов, не подверженных газовому выветриванию. Геологический разрез слагают (снизу вверх) отложения пермского, триасового и юрского возрастов, а также четвертичные отложения. Метаноносными являются повсеместно распространённые пермские отложения кольчугинской серии, которые включают пласты угля средней стадии метаморфизма (битуминозные). Мезозойские отложения (Т, J), распространённые локально в ядрах синклинальных структур, не содержат угольных пластов, подходящих для извлечения метана, тем не менее, они представляют интерес как элементы гидродинамической структуры и должны быть учтены при

моделировании. Мощность пермских отложений кольчугинской серии составляет порядка 3000 м, мощность юрских отложений в центральной части Подобасско-Тутуяской депрессии достигает 800 м. Мощность четвертичных отложений не превышает первых десятков метров.

Коренные отложения поражены региональной системой трещин диагенетического и тектонического происхождения. Интенсивность и открытость трещин с глубиной уменьшаются. По условиям циркуляции подземные воды относятся к трещинным и трещинно-жильным. В разрезе отчётливо выделяются две гидродинамические зоны: активного и замедленного водообмена. Зона активного водообмена связана с экзогенной трещиноватостью пород, которая распространена на глубину до 100-150 м на водоразделах. Ниже следует зона замедленного водообмена, водопроницаемость которой обеспечивается диагенетической и тектонической трещиноватостью [5]. Перспективные ресурсы угольного метана сосредоточены в зоне замедленного водообмена.

Таблица 1

Обобщённые параметры области фильтрации

Зона водообмена	Элемент	Коэф. фильтрации K_f . От-до (в среднем), м/сут	
		J_{1-2}	P_{1-2}
Активного	Долины	1 - 50 (20)	0,3 - 1 (0,5)
	Склоны	0,1 - 1 (0,5)	0,1
	Водоразделы	0,01 - 0,1 (0,05)	0,01 - 0,1 (0,05)
Замедленного	Эксплуатируемый пласт		0,001-0,04 (0,01)
	Толща смежных пород	0,01 по латерали 0,001 в разрезе	0,01 по латерали 0,001 в разрезе

Гидродинамическая структура в Кузнецком бассейне неоднородна не только в разрезе, но и по площади. Для зоны активного водообмена характерны три различных режима подземных вод: долинный, склоновый и водораздельный [7]. Плановая неоднородность обусловлена существенным различием проницаемости разреза в долинах рек и на водораздельных площадях. Так, на участках речных долин величина K_f достигает нескольких десятков м/сут, уменьшаясь на водоразделах до значений порядка сотых и даже тысячных м/сут [8]. При этом породы мезозойского возраста, как правило, более проницаемы, чем палеозойские.

Схематизация природно-техногенных условий для целей гидродинамического моделирования состоит в определении временного режима, пространственной структуры и фильтрационных характеристик области фильтрации, граничных условий модели [1, 4]. Режим эксплуатации углеметановых скважин можно считать равномерным: дебит извлечения попутных вод практически стабилизируется после установления квазистационарного режима водопритока. Сезонные колебания уровня подземных вод для зоны замедленного водообмена не характерны. Угленосные толщи в условиях значительных глубин характеризуются резкой фильтрационной неоднородностью. Обусловлено это большим разбросом проницаемости слоёв ($K_f = 0,001-0,04$ м/сут), слагающих разрез толщи. В результате проницаемость пород зоны замедленного водообмена в вертикальном направлении существенно ниже, чем в субгоризонтальном, приуроченном к поверхностям литологических границ. Соответственно, проницаемость разреза в вертикальном направлении контролируют слабопроницаемые (от 0,001 м/сут), а в субгоризонтальном – более проницаемые (до 0,04 м/сут) слои [2]. Таким образом, разрез угленосных отложений, представленный ритмичным переслаиванием аргиллитов, алевролитов, песчаников и угольных пластов, может быть схематизирован в виде однослойной толщи с неодинаковой проницаемостью в разрезе и в плане.

Для зоны замедленного водообмена, к которой приурочены метаноносные угольные пласты, не характерно заметное влияние питающих гидродинамических границ, как в плане (из-за удаленности областей питания и разгрузки), так и в разрезе – ввиду наличия мощной толщи слабопроницаемых отложений, отделяющих дренируемый угольный пласт от зоны активного водообмена и поверхностных вод. Поэтому эксплуатируемую толщу правомерно схематизировать как неограниченный в плане и ограниченный в разрезе пласт.

Таблица 2

Элементы гидродинамической структуры для моделирования месторождений угольного метана

Зона водообмена	Элемент	Граничные условия	Примечание
Активного	Водораздел	$\Pi, Q = 0$	Подходят для установления границ области фильтрации Инфильтрационное питание Условно непроницаемая
	Водоток	$\Pi, H = \text{const}$	
	Рельеф	$\Pi, Q = \text{const}$	
	Нижняя граница	$\Pi, Q = 0$	
Замедленного	Скважина	$I, H = \text{const}, Q = f(t)$	Эксплуатационная откачка Определяются условно, вне зоны влияния откачки
	Верхняя граница	$I, H = \text{const}$	
	Нижняя граница	$\Pi, Q = 0$	
	Периметр модели	$I, H = \text{const}$	

Предложенная схема гидродинамических условий месторождения угольного метана актуальна для разработки численных гидрогеологических моделей при решении, в первую очередь, разведочных задач по определению характера гидродинамического взаимодействия углеметановых скважин и оценки их возможного влияния на другие объекты гидросферы. Приведённые обобщённые параметры области фильтрации и элементов

гидродинамической структуры (Таблицы 1 и 2) допустимо использовать на стадии формирования концептуальной модели месторождения угольного метана. Актуальные параметры должны быть определены в процессе калибровки модели на основании данных фактических наблюдений за режимом подземных вод на моделируемом объекте.

Результаты данной работы будут использованы при разработке гидрогеологических моделей для обоснования прогноза изменения гидрогеологических условий в процессе добычи угольного метана на осваиваемых площадях Кузнецкого бассейна.

Литература

1. Гавич И.К. Теория и практика применения моделирования в гидрогеологии. – Москва, Недра, 1980. – 357 с.
2. Гридасов А.Г. Гидрогеологические условия Подобасско-Тутуяской депрессии в связи с перспективой добычи метана из угольных пластов (Южный Кузбасс) // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XIX Международного симпозиума студ., аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2015. – С.372-374.
3. Калинин А.В., Новиков В.И. и др. Результаты и перспективы реализации инновационного проекта по добыче метана из угольных пластов в Кузбассе // Газовая промышленность, 2012. – №672. – С.6–8.
4. Кузеванов К.И., Савичев О.Г., Решетько М.В. Математическое моделирование процессов в компонентах природы. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 144 с.
5. Кузнецова М.А. Гидрогеология СССР. Том XVII. – М., Недра, 1972. – 302 с.
6. Мелехин Е.С., Кошелец А.В. Добыча метана из угольных пластов как основа повышения безопасности и эффективности добычи угля // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление № 2, 2012. – с. 51-55.
7. Рогов Г.М., Попов В.Г. Гидрогеология и катагенез пород Кузбасса. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1985. – 191с.
8. Шварцев С.Л. и др. Гидрогеология Ерунаковского района Кузбасса в связи с проблемой образования ресурсов и добычи угольного метана // Геология и геофизика. – Новосибирск, 2006. – №7. – 884 с.

ОЦЕНКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СКАЛЬНЫХ И ПОЛУСКАЛЬНЫХ ГРУНТОВ НА БАКЧАРСКОМ ЖЕЛЕЗОРУДНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Р.А. Гришаев, А.В. Огарков

Научный руководитель доцент В.В. Крамаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Цель: Определение прочностных характеристик скальных и полускальных грунтов при помощи установки нагружения сферическими инденторами, полученные результаты которого можно будет использовать для расчетов устойчивости бортов карьеров.

Задачи:

1. Обзор инженерно-геологических условий района;
2. Подготовка образцов и проведение лабораторных испытаний грунтов естественного сложения методами одноосного сжатия и растяжения;
3. Статистическая обработка и выявление взаимосвязей между показателями физических и прочностных свойств;
4. Прослеживание изменения прочностных характеристик с глубиной.

Бакчарское месторождение является одним из крупнейших осадочных месторождений железной руды в России и мире, находится на территории Томской области в междуречье рек Андарма и Икса.

На Бакчарском месторождении, выделяется три железорудных горизонта (нарымский, колпашевский и бакчарский):

- 1) нарымский горизонт, входящий в состав ипатовской свиты (K_2ip);
- 2) колпашевский горизонт, входящий в состав славгородской свиты (K_2sl);
- 3) бакчарский горизонт, входящий в состав ганькинской свиты ($K_2 - P_1gn$).

Перекрывающие породы представлены отложениями люлинворской (P_{1-2ll}), юрковской (P_2jr), новомихайловской (P_3nm), лагернотомской (P_3lt), абросимовской (N_{1ab}), смирновской ($Q_{E,sm}$), сузгунской свиты (lQ_{nsz}) и болотных отложений голоцена (bQ_n).

По составу, строению и условиям формирования железных руд и железосодержащих горизонтов Бакчарского месторождения, предшественниками его рудоносная толща отнесена к единой трансгрессивной стратифицированной серии мелководного шельфа глауконитовой формации (Николаева, 1967). Для нее характерно бимодальное строение элементарного цикла продуктивного осадконакопления: железоносные оолитовые и глинисто-глауконитовые отложения. По уточненным данным, начало и окончание формирования рудоносного комплекса ограничивается цифрами в 92 и 46 млн. лет (Гринев, 2007 и др.). По времени накопления рудные горизонты отделены друг от друга промежутками в 12-15 млн. лет.

Железорудные горизонты выделяются следующие.

Нарымский горизонт лежит на глубине 200-220 м. Его средняя мощность равна 2,3 м, среднее содержание железа составляет 20-25%, редко до 36%. В составе нарымского горизонта кондиционных руд почти нет, а имеющиеся не выдержаны по мощности и по горизонтальности. Таким образом, горизонт для настоящего времени практического значения не имеет.