

Рис. График прогнозной минерализации на 2033 г.

Литература

1. Аверьянов С.Ф. Борьба с засолением орошаемых земель. – М.: Колос, 1978 – 288 с.
2. Евграфкина Г.П., Гежий А.И. Оценка адекватности математической модели вертикального солепереноса на нерекультивированном шахтном отвале. – Днепропетровск: Монолит, 2011 – 200 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СТРУКТУРНОЙ СКВАЖИНЫ № СН-15 НА ЧАЛТОКСКОМ УЧАСТКЕ РАБОТ ПО ПОИСКУ УГОЛЬНОГО МЕТАНА (КУЗБАСС)

А.Г. Гридасов

Научный руководитель доцент К.И. Кузеванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Для определения гидрогеологических характеристик Чалтокского участка и оценки его перспективности в контексте добычи метана из угольных пластов, была осуществлена проходка скважины №СН-15 и выполнено гидродинамическое опробование. Чалтокский участок находится в центральной части Ерунаковского промышленного района и примыкает к западной границе Нарыкско-Осташкинской площади, где с 2010 г. ведётся опытно-промышленная добыча угольного метана. Скважина №СН-15 расположена на возвышенности, в 4 км к востоку протекает река Черновой Нарык, а в 20 км – река Томь. Буровые работы осуществлялись осенью 2013 г., гидродинамическое опробование проводилось по мере вскрытия заданных интервалов. В ходе отдельных опытов, скважиной опробованы интервалы глубин 50–200 м и 200–500 м. Надёжная изоляция интервалов опробования обеспечена обсадкой ствола скважины с цементацией затрубного пространства. Выполненные гидродинамические исследования включают откачку с наблюдением за изменениями уровня воды и дебита насоса, а также последующие наблюдения за восстановлением уровня в скважине после остановки откачки. Впоследствии проведена интерпретация наблюдений и определены основные гидродинамические параметры опробованных толщ. В данной статье приводятся только результаты, полученные на основании данных восстановления, чтобы сопоставлять единые показатели.

Интерпретация данных процесса восстановления выполнена по методу Хорнера, основанном на анализе относительно прямолинейных участков графика изменения уровня воды в полулогарифмическом масштабе сложного времени. Метод является стандартным и описан в специальной литературе [1]. Анализ каждого из этапов опробования начинается с построения графика изменения уровня воды в логарифмическом масштабе времени и выявления трендов относительно прямолинейных участков данного графика (рис. 1, 2).

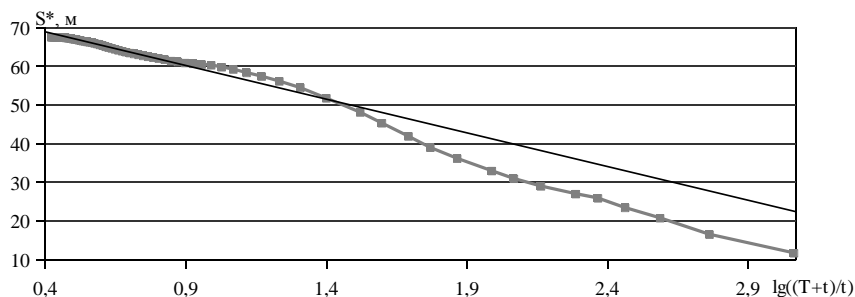


Рис.1. Индикаторная кривая восстановления уровня для первого интервала опробований

На горизонтальной оси графика – логарифм комплексного времени, где T – время от начала откачки до остановки насоса, а t – время от остановки насоса до момента наблюдения. Время измеряется в минутах. На вертикальной оси графика — величина восстановления S^* , найденная как разность уровня воды перед остановкой откачки (динамический уровень) и наблюдаемого уровня в конкретный момент времени (восстановившийся уровень).

Угол наклона линии тренда позволяет определить водопроводимость T пласта по формуле:

$$T = \frac{0,183Q}{C}, \text{ где:}$$

Q — дебит откачки, C — скалярное выражение (тангенс) угла наклона линии тренда.

Найденные по указанной методике значения водопроводимости приведены в таблице.

Углы линий тренда первого и второго графиков восстановления заметно отличаются, притом, что итоговые величины водопроводимости обоих интервалов имеют близкие значения. Причиной этого являются как значительное различие дебитов откачки, обусловившее разный характер восстановления при схожих параметрах опробуемых толщ, так и неодинаковый масштаб времени на графиках. На графике для второго интервала (рис. 2), в средней части индикаторной кривой, видны колебания уровня, нетипичные для данного процесса. Однако помехи лежат вне прямолинейного участка и не оказывают влияния на результаты интерпретации.

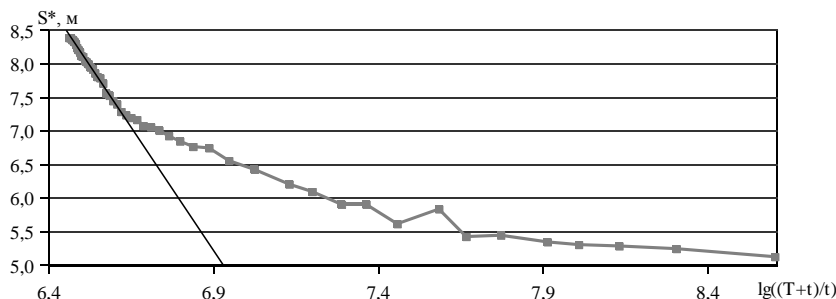


Рис.2. Индикаторная кривая восстановления уровня для второго интервала опробований

Опробованный разрез сложен чередующимися слоями песчаников, алевролитов и углей. При этом водопроводимость пород не одинакова [2]. Определение эффективной мощности проницаемых пород проведено исходя из того, что угли и песчаники являются водопроницаемыми, а алевролиты — водоупорными породами. Нерасчленённые интервалы переслаивания песчаников и алевролитов рассматриваются как относительно проницаемые и к эффективной отнесены 30% их мощности. В результате данных обобщений эффективная мощность для первого интервала опробований составила 35,8м при полной мощности 150м, а для второго интервала — 50,9м при полной — 300м. Величины эффективной мощности ($m_{эф}$) использованы для определения коэффициента фильтрации по формуле [3]:

$$k_{\phi} = \frac{T}{m_{эф}}$$

Удельный дебит определяет расход скважины во время откачки при понижении уровня воды на 1м и найден по формуле [3]:

$$q = \frac{Q}{S_{ст} - S_{дин}}, \text{ где}$$

$S_{ст}$ — статический и $S_{дин}$ — динамический уровни.

Значения статических уровней подземных вод определены по завершении процессов восстановления.

Таблица

Гидродинамические показатели разреза скважины №СН-15

Интервал опробования, м	Мощность проницаемых пород тэф, м	Статический уровень $S_{ст}$, м	Дебит Q , л/с	Удельный дебит q , (л/с)/м	Водопроводимость T , м ² /сут	Коэффициент фильтрации k_{ϕ} , м/сут
50-200	35,8	32,42	1,82	0,03	1,7	0,05
200-500	50,9	82,86	0,34	0,04	1,5	0,03

В результате проходки и опробования структурной скважины №СН15, выявлена вертикальная гидродинамическая зональность и определены основные фильтрационные параметры (Таблица) двух угленосных водовмещающих толщ в геологическом разрезе Чалтокского участка до глубины 500 м. Уровень вод верхней толщи на 50,44 м выше, чем уровень нижней толщи — это свидетельствует о высокой степени изоляции рассматриваемых толщ и даёт основания для выделения в пределах участка как минимум двух водоносных комплексов. В то же время, из-за значительной мощности интервалов опробования и включения в них ряда изолированных пластов, провести детальную стратификацию разреза до водоносных горизонтов нет возможности.

Полученные гидродинамические показатели согласуются с данными сопредельных территорий. Так, исследования скважины №16320, расположенной в 15км от Чалтокского участка, на глубине до 500м выявили близкие значения коэффициента фильтрации (0,017-0,023 м/сут) [4]. В целом, полученные показатели являются характерными для гидродинамических условий Ерунаковского района и вносят вклад в картину его

гидрогеологической изученности. Данные по скважине №СН15 будут использованы для гидродинамической модели освоения угольного метана в глубоких горизонтах.

Литература

1. Плотников Н.И. Поиски и разведка пресных подземных вод для целей крупного водоснабжения. – М.: Изд-во Московского ун-та, 1968. – 273 с.
2. Рогов Г.М., Попов В.Г. Гидрогеология и катагенез пород Кузбасса. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1985. – 191 с.
3. Справочное руководство гидрогеолога Т.1 / под ред. Максимова В.М. – Л.: Недра, 1979. – 266 с.
4. Шварцев С.Л., Хрюкин В.Т., Домрочева Е.В., Кузеванов К.И., Рассказов Н.М., Попова Т.С., Лепокурова О.Е., Швачко Е.В. Гидрогеология Ерунаковского района Кузбасса в связи с проблемой образования ресурсов и добычи угольного метана // Геология и геофизика. – Новосибирск, 2006. – с. 881 – 891.

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА КАРСТООБРАЗОВАНИЯ В КАРБОНАТНЫХ ПОРОДАХ НА ОСНОВЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Ю.В. Гусев

Научные руководители профессор А.Б. Лисенков, профессор Н.Н. Акинфиев
*Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе,
 г. Москва, Россия*

Карбонатные породы одного состава в разных условиях растворяются с разной интенсивностью. Это явление порождает негативные физико-геологические процессы (карстообразование, часто сопровождающееся суффозией). Для изучения особенностей растворения карбонатных пород в разных условиях была создана термодинамическая модель взаимодействия в системе вода–порода. Полученные в результате моделирования равновесные составы водного раствора и породы позволяют прогнозировать процессы карстообразования при изменении внешних условий.

Для решения проблемы предсказания неблагоприятного воздействия карста предлагается применить метод термодинамического физико-химического моделирования. В качестве объекта исследования рассмотрена территория строящегося Ковровского сталепрокатного завода, расположенного в 9 км к юго–востоку от г. Ковров (Ковровский район Владимирской области).

Поверхностные проявления карста на территории Владимирской области по уточненным данным известны на площади 16,1 тыс. км², что составляет 55% территории области. По неполным данным с 1930 г. в области зафиксировано 58 случаев образования карстовых воронок и провалов [1].

Предметом рассмотрения являются массивы карбонатных пород гжельского яруса верхнего карбона на глубинах 10–20 и 50–60 м, которые чаще всего, являются основанием для инженерных сооружений, или средой для размещения подземных коммуникаций в рассматриваемом районе. Выбор указанных интервалов актуален, в связи с тем, что они являются потенциально опасными с позиции карстообразования. В интервале 10–20 м отмечается контакт четвертичных и каменноугольных отложений и активное поступление атмосферных осадков, насыщенных O₂ и CO₂. На глубинах 50–60 м залегают уровни подземных вод гжельско–ассельского водоносного комплекса, колебания которого способствуют карстообразованию и суффозии.

В основе модели – детальный расчет состава водного раствора, равновесного с заданным составом вмещающих пород. Изменение состава раствора и породы в результате их взаимодействия при изменении внешних условий (температуры, состава поступающих в систему вод, содержания углекислоты и кислорода) является основой для прогнозирования процесса карстообразования.

Геологический разрез изучаемого массива до глубины 60 м представлен отложениями четвертичного и верхнекаменноугольного возрастов. Четвертичные отложения представляют собой комплекс водно–ледниковых и ледниковых отложений донского горизонта мощностью до 10 м.

Верхнекаменноугольные образования сложены сильно трещиноватыми и закарстованными, а также часто окремненными, белыми, доломитизированными известняками и светло–серыми доломитами с темно–серыми прослоями тонкозернистых глин, которые слагают основной (гжельско–ассельский – C_{3g}–P_{1a}) водоносный комплекс верхнего карбона [3]. Район исследований находится в зоне развития как древнего, так и сравнительно молодого карста.

Основной задачей численного эксперимента было определение равновесного фазового состава системы и сосуществующего с ней водного раствора при заданных элементарном составе химической системы и внешних условиях (температура, давление, химические потенциалы вполне подвижных компонентов). Расчет равновесных составов проводился с помощью программного комплекса HCh [2], предназначенного для исследования равновесий в мультисистемах. В расчетах использовалась термодинамическая база данных SUPCRT [4], основанная на уравнении состояния Хелгесона–Киркхэма–Флауэрса [6] для водных компонентов.

Исходные данные для физико-химического моделирования

Термодинамическая модель была основана на рассмотрении равновесий в 24–компонентной системе (Al–Ba–Br–C–Ca–Cl–Cr–Cu–F–Fe–H–K–Li–Mg–Mn–N–Na–Ni–O–Pb–S–Si–Sr–Zn), включающей в себя 54 минеральные фазы и 149 компонентов водного раствора которые могут возникнуть в системе. Коэффициент активности компонентов водного раствора рассчитывались по уравнению Дебая–Хюккеля в третьем приближении [5].