

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОПЕРЕЖАЮЩЕГО ВОДОПониЖЕНИЯ ШАХТЫ «ДЕНИСОВСКАЯ»

© 2015 Н.Н. Грив¹, А.А. Сясько¹, Е.Н. Максимова², А.В. Качаев¹

¹Технический институт (филиал) Северо-Восточного федерального университета
в г. Нерюнгри

²Чульманская геологоразведочная партия (филиал) ГУП «Якутскгеология»

Поступила в редакцию 02.04.2015

Денисовское угольное месторождение имеет сложные гидрогеологические условия. Их особенности связаны с преобладанием в разрезе водоносных кварцевых песчаников при слабом развитии водоупорных выдержанных слоев. Пологое залегание пласта определяет широкий фронт потока подземных вод к выработкам за счет внешнего притока и инфильтрационного питания. Резкая фильтрационная неоднородность массива пород, когда наиболее водообильные зоны приурочены к локальным трещинным коллекторам, а блоки между ними имеют водопроницаемость на 2-3 порядка ниже, затрудняет проведение осушительных мероприятий. Особенности месторождения в совокупности с прогнозной оценкой водопритоков, наличием напорных вод в подугольном водоносном горизонте предопределяют необходимость опережающего водопонижения.

Ключевые слова: гидрогеологические условия, фильтрация, водоприток, шахта, горные выработки, водопонижение

В настоящее время на территории Республики Саха (Якутия) добывается более 15 млн. тонн угля. В ближайшей перспективе на внешнем рынке для якутских углей будет складываться благоприятная экономическая ситуация: согласно прогнозам к 2020 г. доля потребления угля в сравнении с жидкими энергоносителями возрастет в мире до 60-70%, по России до 30-35%; ожидается увеличение емкости мирового рынка угля на 20-25%, особенно в странах Азиатско-Тихо-океанского региона. В ближайшее время наращивание добычи дефицитных высококачественных марок углей планируется за счет подземной разработки Денисовского месторождения, которое обладает большими запасами особо дефицитных коксующихся углей и имеет сложные гидрогеологические условия, при которых необходимы специальные работы по защите подземных выработок от обводнения.

Методика исследования. Денисовское каменноугольное месторождение расположено в центральной части Чульманского адартезианского бассейна, в зоне моноклиального залегания терригенных мезозойских отложений Чульманской впадины. Залегание пород осложнено пликтивными и разрывными дислокациями [2]. Гидрогеологические условия в пределах месторождения обусловлены циркуляцией трещинных и пластово-

трещинных вод в неоднородных как по площади, так и по глубине водовмещающих породах кабактинской и дурайской свит юрского возраста. Степень водообильности водоносного комплекса изменяется в широких пределах и зависит от характера и интенсивности трещиноватости вмещающих пород. Основным водоносным комплексом является единый водоносный комплекс трещинных и пластово-трещинных вод мезозойского возраста, в котором не выделяются отдельные горизонты и водоупоры. Мощность водоносного комплекса в пределах месторождения составляет 1100-1200 м. По условиям циркуляции подземных вод в водоносном комплексе Денисовского месторождения выделяются следующие зоны [3-5].

Зона активного водообмена, определяющаяся мощностью толщи экзогенной трещиноватости, она составляет 150-200 м. Зона затрудненного водообмена залегает на глубине от 200 м до 800 м, ниже которой выделена зона застойного режима. Подземные воды на месторождении характеризуются напорно-безнапорным режимом фильтрации. Напорный режим имеет локальный характер и обусловлен, главным образом, наличием многолетнемерзлых пород [5]. Питание подземных вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков на участках таликовых окон, развитых на месторождении в пределах водораздельных поверхностей и непромороженных склонах южной и западной экспозиции.

Разгрузка подземных вод зоны активного водообмена происходит частично в долинах водотоков, дренирующих водоносный комплекс. В частности, это происходит в долине р. Чульман в виде нисходящих источников, формирующих незамерзающие в зимний период полыньи. В долине руч. Дежневка – ниже устья руч. Денисовка – за

Грив Николай Николаевич, доктор технических наук, профессор, заместитель директора по научной работе. E-mail: grib@nfygu.ru

Сясько Андрей Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры математики и информатики. E-mail: siasko@rambler.ru

Качаев Андрей Викторович, заведующий лабораторией физики мерзлых пород. E-mail: Kachaev67@gmail.com

Максимова Екатерина Николаевна, начальник гидрогеологического отряда. E-mail: Zafvadski07@rambler.ru

счет разгрузки подземных вод мезозойского комплекса формируется наледь, объемом 60-72 тыс. м³. Часть разгрузки подземных вод происходит в нижележащие зоны, главным образом, за счет перетекания по трещинам напластования и участкам интенсивной тектонической трещиноватости.

Динамика уровня режима – для подземных вод месторождения в пределах водораздельных участков характерна максимальная амплитуда колебания уровней. В зависимости от количества выпавших атмосферных осадков предшествующего гидрологического года и летне-осенних текущего изменяется в пределах 21-41 м. Максимальные уровни фиксируются в августе-сентябре и реже в июле или октябре месяце. Минимум положения уровней характерен для конца водно-критического периода в апреле-мае месяце. В отличие от водораздела на склоновых участках режим подземных вод характеризуется значительно меньшей амплитудой. Величина ее изменяется от 5,62 м до 26,47 м. Максимальные уровни отмечаются в июле-октябре месяце, минимальные – также в конце летне-весеннего периода спада – с конца апреля по первую половину июня [6].

Экспериментальная часть. В зоне влияния водопонижающих скважин и шахтного водоотлива изменение уровней по скважинам, в которых проводились замеры в 2012-2013 г.г., характеризуется

совершенно иной динамикой (табл. 1). Во всех обследованных скважинах фиксируется нарушенный режим фильтрации подземных вод из-за действующей водопонижающей скважины 8-вп и линейного ряда четырех скважин (ТС) шахтного водоотлива в районе магистрального штрека. Депрессионная воронка в южном направлении достигает скважины 16-вп, расположенной в 500 м от скважин ТС. Западнее, исходя из амплитуды колебания уровней подземных вод, в зону влияния и, соответственно, в формирующуюся депрессионную воронку попадают скважины №№ 12, 13 и расположенная выше по склону скважина № 11 (в 600 м от скважин ТС). На рис. 1 показано направление движения подземных вод по гидроизогипсам на период максимального положения уровня и мощность водоносной зоны над почвой пласта К₄ исследованного участка поля шахты «Денисовская».

Мощность водоносной зоны в районе левого бережья руч. Дежневка увеличивается от 110 м до 190 м в юго-западном направлении. На рис. 2 приведено положение уровней подземных вод по состоянию на период обследования водопонижающих и наблюдательных скважин (октябрь 2012 г.), на котором четко выделяется депрессионная воронка и направление потока.

Таблица 1. Уровни подземных вод в зоне водопонижения

№ скважины	Дата замера				Амплитуда, м
	23.10.2012	25.10.2012	21.01.2013	22.02.2013	
10	103,77	105,8			2,03
11	103,11	105,1	126	131,48	28,37
5вп	82,66	53			
8вп		36,15*			
10вп	58,99	59,49	72,18	81,31	22,32
11вп				94,82	
13вп	91,72	92,31	105,99	107,01	15,29
14вп	80,21	80,81	93,89	102,32	22,11
15вп	80,14	81,26	98,13	106,35	26,21
16вп	56,95	62,68	98,28	112,6	55,65

Примечание: * во время проведения замеров уровня из восьми водопонижающих скважин, приведенных в таблице, работала одна скважина – 8вп, расположенная в днище долины руч. Дежневка. Замер уровня в ней произведен через 10 минут после кратковременного отключения насоса и сброса откачиваемых вод из водоподъемной трубы. Исходя из опыта работ, приближенный к действительному динамический уровень в скважине 8-вп на 7-10 м ниже измеренного и составил на момент замера не менее 44,65 м.

По результатам наблюдений можно отметить, что в зоне сбросовых нарушений северной части площади работ в период летнего инфильтрационного питания подземных вод образуются значительные перепады в залегании уровней подземных вод. В скважинах № 1-г и № 2, расположенных на расстоянии не более 70 м и разницей в абсолютных отметках 2,5 м, перепад уровней составил 25-30 м. В устойчивый засушливый период конца июля и первой половины августа 2012 г. уровень с 52,2 м в скважине № 1-г начал снижаться. Таким образом, можно констатировать, что

амплитуда колебания уровней подземных вод в период летнего инфильтрационного питания на данном участке сравнима с годовой. Для оценки летне-осенних водопритоков в горные выработки необходимо вести регулярные наблюдения за уровнями подземных вод.

Над пластом К₄, как отмечалось ранее, лежит единая водоносная зона трещинных и пластово-трещинных вод, циркулирующих как по трещинам напластования, так и по зонам интенсивной трещиноватости и тектонических нарушений. Фильтрационные свойства водовмещающих пород крайне

неоднородны, K_f изменяются от 0,001 м/сутки в угольных пластах и слабо трещиноватых породах

до 6-7,39 м/сутки в зонах повышенной трещиноватости и тектонических нарушений.

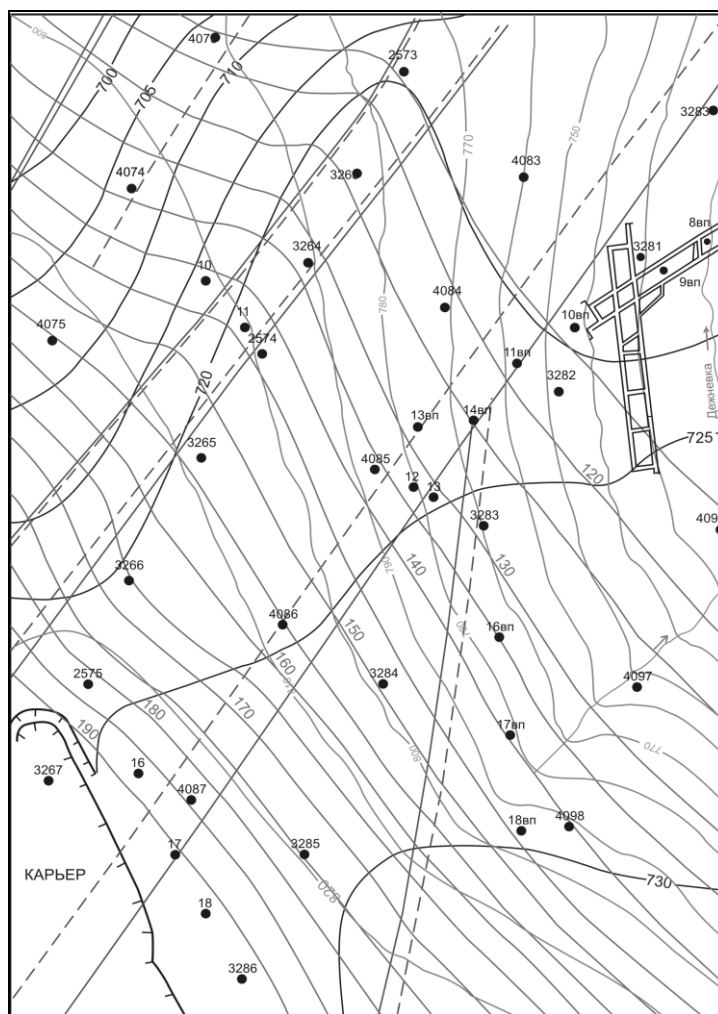


Рис. 1. Гидроизогипсы и мощность водоносной зоны (август 1981 г.).

Здесь и далее: сплошная и пунктирная линии – тектоническое нарушение, указание 700 – гидроизогипсы. Положение зеркала подземных вод – на рис. 1 максимальное до начала обработки пласта K_4 , на рис. 2 – по состоянию на 23.10.2012. Указание 150 – изолинии мощности водоносной зоны над почвой пласта K_4 . 15вп – наблюдательная скважина. 106,35 / 663,35 – в числителе – уровень подземных вод., м; в знаменателе – абсолютная отметка уровня, м.

По результатам детальной разведки месторождения, для площади первой очереди отработки прогнозный водоприток, рассчитанный Щербаковым В.Я. [3], составил 1333 м³/час. В 2005 г. научно-техническим центром «НОВОТЭК» (г. Белгород) [9] был составлен проект осушения шахтного поля. Согласно результатам моделирования гидродинамических условий, максимальный прогнозный водоприток на площади 132 км² шахтного поля составил 1200 м³/час. По геофизическим результатам изучения малоамплитудной тектоники шахтного поля Денисовского месторождения [7] был выявлен ряд малоамплитудных нарушений в северной части шахтного поля и были классифицированы как осложняющие инженерно-геологические условия участка, т.к. гидравлически могут быть связаны с руч. Дежневка. Предположения базировались на распространении низких значений кажущихся электрических сопротивлений и скорости распространения упругих волн по данным

электроразведки и сейсморазведки на данном участке, что свидетельствует о повышенной трещиноватости и обводненности горных пород на данном участке. С учетом этих данных и фактических

ведется по дебиту водопонижающих скважин и шахтного водоотлива. Дебиты водопритоков представлены на рис. 3. Минимальные водопритоки с декабря по май составляют от 21 до 400-645 м³/час. В летний период происходит увеличение с максимумом в августе от 1200 до 2000 м³/час, затем идет снижение дебитов водопритока. В отдельные годы второй пик максимума может наблюдаться в сентябре-октябре. Это связано с метеорологическими

факторами, в частности, с поздним наступлением отрицательных температур воздуха, количеством выпавших в августе-сентябре осадков и продолжением инфильтрационного питания подземных вод вплоть до начала октября. К примеру, в скважине № 5-вп, расположенной на правом борту долины руч. Дежневка, в октябре 2012 г. (табл. 1) мощность водоносной зоны над пластом К₄ составила 53 м.

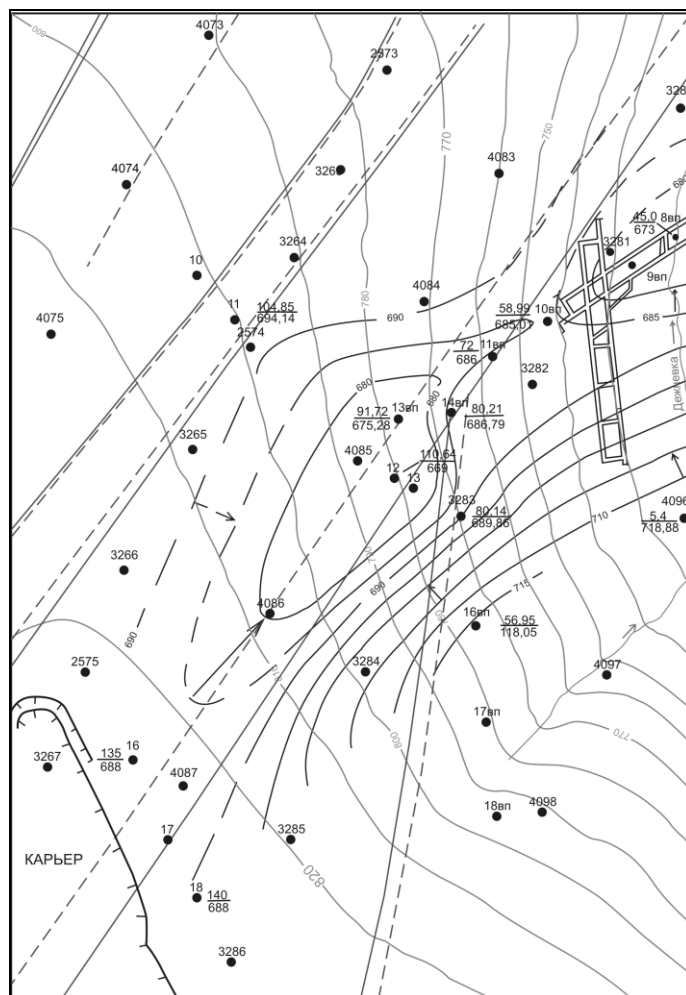


Рис. 2. Гидроизогипсы (октябрь 2012 г.)

Для опережающего осушения отрабатываемого пласта шахтой «Денисовская» пробурено 17 водопонижающих скважин. При обследовании системы осушения в октябре 2012 г. работали скважины №№ 8-вп и 9-вп (производительностью до 100 м³/час), расположенные в днище долины руч. Дежневка, и узлы шахтного водоотлива с производительностью насосов до 450 м³/час. Сброс откачиваемых вод осуществляется в руч. Дежневка. В данном случае, по нашему мнению, присутствует обратная фильтрация сбрасываемых вод в шахту, т.к. ниже по течению ручей пересекает тектоническое нарушение (рис. 2).

Выводы: для дальнейших работ по опережающему осушению и регулированию работы водопонижающих скважин рекомендуется:

- проводить систематический контроль положения уровней подземных вод в водопонижающих скважинах;
- дополнительное бурение наблюдательных скважин на площади перспективной разработки пласта;
- по имеющимся водопонижающим скважинам на левом борту руч. Дежневка провести опытные откачки для определения фильтрационных параметров водоносного комплекса;
- обустроить сброс откачиваемых вод ниже по течению руч. Дежневка за зоной пересечения с тектоническим нарушением. Это должен быть участок водотока без поглощения поверхностного стока, который можно определить после проведения меженной гидрометрической съемки руч. Дежневка.

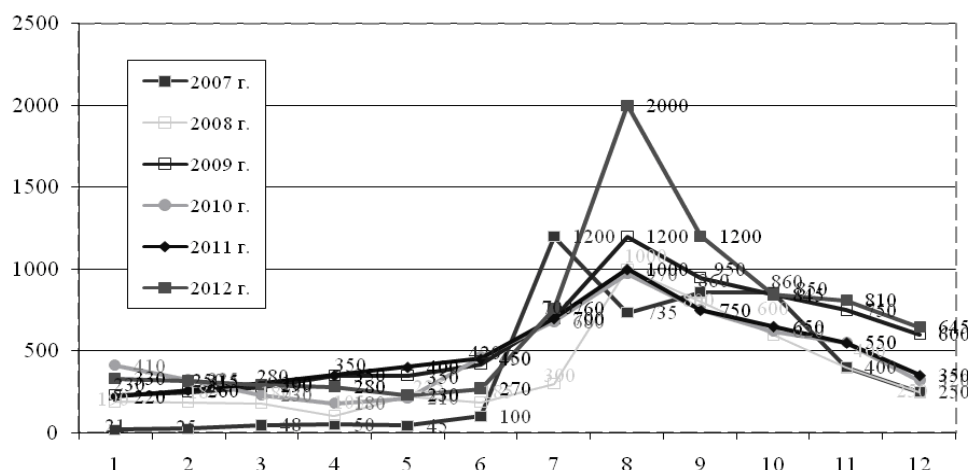


Рис. 3. Динамика водопритокков на шахте «Денисовская» (м³/час)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Гидрогеология СССР. Том XX. Якутская АССР. Под редакцией А.И. Ефимова, И.К. Зайцева. – М.: Недра, 1970. 320 с.
2. Завадский, Ф.Р. Влияние изменения климата и техногенеза на динамику геокриологических и гидрогеологических условия Южной Якутии / Ф.Р. Завадский, М.Н. Железняк // История, проблемы и перспективы развития Южной Якутии: Мат-лы всеросс. научно-практ. конф., посвященной 35-летию города Нерюнгри. – Нерюнгри: Изд-во Технического института, 2010. С. 63–68.
3. Методическое руководство по изучению гидрогеологических и инженерно-геологических условий месторождений твердых полезных ископаемых. – М.: Недра, 1986. 350 с.
4. Пахомов, А.Н. Геология и запасы Денисовского каменноугольного месторождения (Отчет о геолого-разведочных работах на Денисовском месторождении за 1977–1982 гг.). 1982. Фонды ФГУТП «Якутскгеология», «Алданский», № 1652, №9660 Як.
5. Проект «ОАО УК «Нерюнгриуголь». Осушение поля шахты «Денисовская» выполнен ООО НТЦ «НОВОТЭК» по договору с ОАО УК «Нерюнгри уголь» № 201/Д-744-12-1/63-05. – Белгород, 2005. – 123 с.
6. Самохвалова, Л.Д. Отчет о результатах выполненных работ по объекту «Детализационные геолого-разведочные работы в западной части поля шахты «Денисовская» / Л.Д. Самохвалова, О.К. Зеленкова, Л.В. Чернецова и др. // Договор №25/2012 от 07.06.2012г. Фонды ГУТП РС (Я) «Якутскгеология». №0-51-103. 132 с.
7. Сясько, А.А. Технический отчет по договору 12-1/186-9 от 21.07.2009 г. на выполнение комплекса сейсморазведочных работ в пределах поля шахты «Денисовская» / А.А. Сясько, Н.Н. Гриб, А.В. Качаев. – ОАО «УК «Нерюнгриуголь», 2009. 117 с.
8. Фотиев, С.М. Подземные воды и мерзлые породы Южно-Якутского угольного бассейна. – М.: Наука, 1965. 230 с.
9. Хворостина, А.А. Южно-Якутский каменноугольный бассейн. Монография / А.А. Хворостина, А.Н. Пахомов, Н.П. Поляков и др. // Угольная база России. Том 5, кн. 2. – М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1999. С. 15–129.

HYDROGEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PRE-MINING DEWATERING AT THE “DENISOVSKAYA” COAL MINE

© 2015 N.N. Grib¹, A.A. Syasko¹, E.N. Maksimova², A.V. Kachaev¹

¹Technical Institute (branch) of North-Eastern Federal University in Neryungri

²Chulman Geological Exploration Crew (branch) of SUME “Yakutskgeology”

The Denisovskaya coal mine has complex hydrogeological conditions, which peculiarities are connected with prevalence of water-bearing quartz sandstones with weak development of waterproof persistent seams. Low dipping seam determines wide range of groundwater flow to the workings due to surface flow and infiltration recharge. Sharp filtration heterogeneity of rocks troubles drainage works when wet zones are assigned to local fractured reservoirs and the blocks between them have water-transmitting capability lower for 2-3 orders. The deposit's peculiarities together with prognosis evaluation of water inflows, pressured water in under-coal water-bearing horizon determines necessity of pre-mining dewatering.

Key words: hydrogeological conditions, filtration, water inflow, coal mine, mine workings, water lowering

Nikolay Grib, Doctor of Technical Sciences, Professor, Deputy Director on Scientific Work. E-mail: grib@nfygu.ru; Andrey Syasko, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Mathematics and Informatics. E-mail: siasko@rambler.ru; Andrey Kachaev, Chief of the Frozen Rocks Physics Laboratory. E-mail: Kachaev67@gmail.com; Ekaterina Maksimova, Chief of the Hydrogeological Crew. E-mail: Zafvadski07@rambler.ru