Записки Ленинградского ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени горного института, том XXXI, 1955 г.

Е. А. БАСКОВ и В. П. БОРОВИЦКИЙ

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ НА ПРИМЕРЕ ОСВОЕНИЯ СЕЛИЩЕНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

ВВЕДЕНИЕ

Гидрогеологические наблюдения за режимом подземных вод имеют большое значение при освоении месторождений, находящихся в сложных гидрогеологических условиях.

Многочисленные примеры из практики освоения обводненных месторождений показывают, что причиной прорывов подземных вод в горные выработки часто является недостаточное изучение гидрогеологических условий месторождения и отсутствие контроля за режимом подземных вод.

Прорывы подземных вод часто надолго задерживают ведение горных работ, а ликвидация их связана с крупными затратами материально-технических средств. Но при хорошо организованных гидрогеологических наблюдениях за режимом этих вод и правильной их интерпретации обычно удается предупредить возникновение прорывов, а если они произошли, то наметить быстрые и наиболее эффективные способы их ликвидации. При этом существенное значение имеет установление источника прорыва, что, естественно, облегчает борьбу с подземными водами.

В настоящей статье рассматриваются роль и значение гидрогеологических наблюдений на примере освоения Селищенского буроугольного месторождения — одного из наиболее обводненных месторождений Советского Союза.

I. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Селищенское буроугольное месторождение расположено на правом берегу р. Волги, в месте выхода ее из оз. Волго (рис. 1). Поверхность участка месторождения и прилегающих окрестностей слабо холмистая, с относительными превышениями рельефа 25—30 *м*. Наиболее крупными отрицательными формами рельефа являются долина р. Волги и котловина оз. Волго. Это озеро непосредственно граничит с месторождением и имеет длину 15 *км*, ширину 2—3 *км* и небольшую глубину (в среднем 2—3 *м*). Дно озера покрыто слоем ила, что затрудняет инфильтрацию вод озера в подстилающие породы.

В геологическом строении месторождения участвуют верхнедевонские, нижнекаменноугольные и четвертичные отложения (рис. 2). Залегание коренных пород почти горизонтальное с незначительным уклоном (10—15′) на восток и юго-восток.

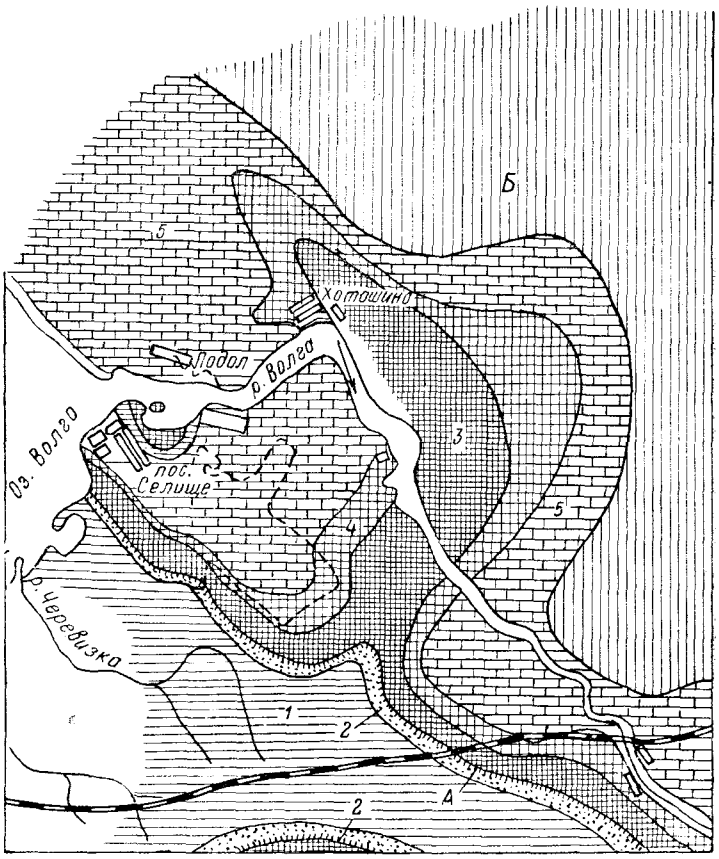


Рис. 1. Схема Селищенского месторождения (по В. П. Котлукову):

1—свита доломитов и пестроцветных глин D_3+C_1; *2*—песчано-глинистая угленосная толща C_1^{h+t+al}. Подсвиты: *3*—алексинская C_1^{al}; *4*—михайловская C_1^{mich}; *5*—веневская C_1^{ven}. Контуры: *А*—доледниковой депрессии, *Б*—угольной залежи

Девонские отложения представлены доломитами и доломитизированными известняками. На размытой поверхности девонских известняков и доломитов залегают отложения нижнего карбона, к низам которого приурочена песчано-глинистая угленосная толща. Верхняя часть разреза нижнего карбона представлена переслаиванием горизонтов известняков с подчиненными прослоями песчано-глинистых отложений.

Гидрогеологические условия Селищенского месторождения очень сложные благодаря сочетанию в разрезе водообильных и высоконапорных водоносных горизонтов и мощной толщи неустойчивых песчано-глинистых пород.

Самым нижним и наиболее мощным водоносным горизонтом является горизонт трещиноватых и закарстованных верхнедевонских

доломитов и известняков. По данным опробования, коэффициент водопроницаемости этого горизонта составляет в среднем 50—60 *м/сутки.*

Толщу известняков и доломитов перекрывают пестроцветные лих-

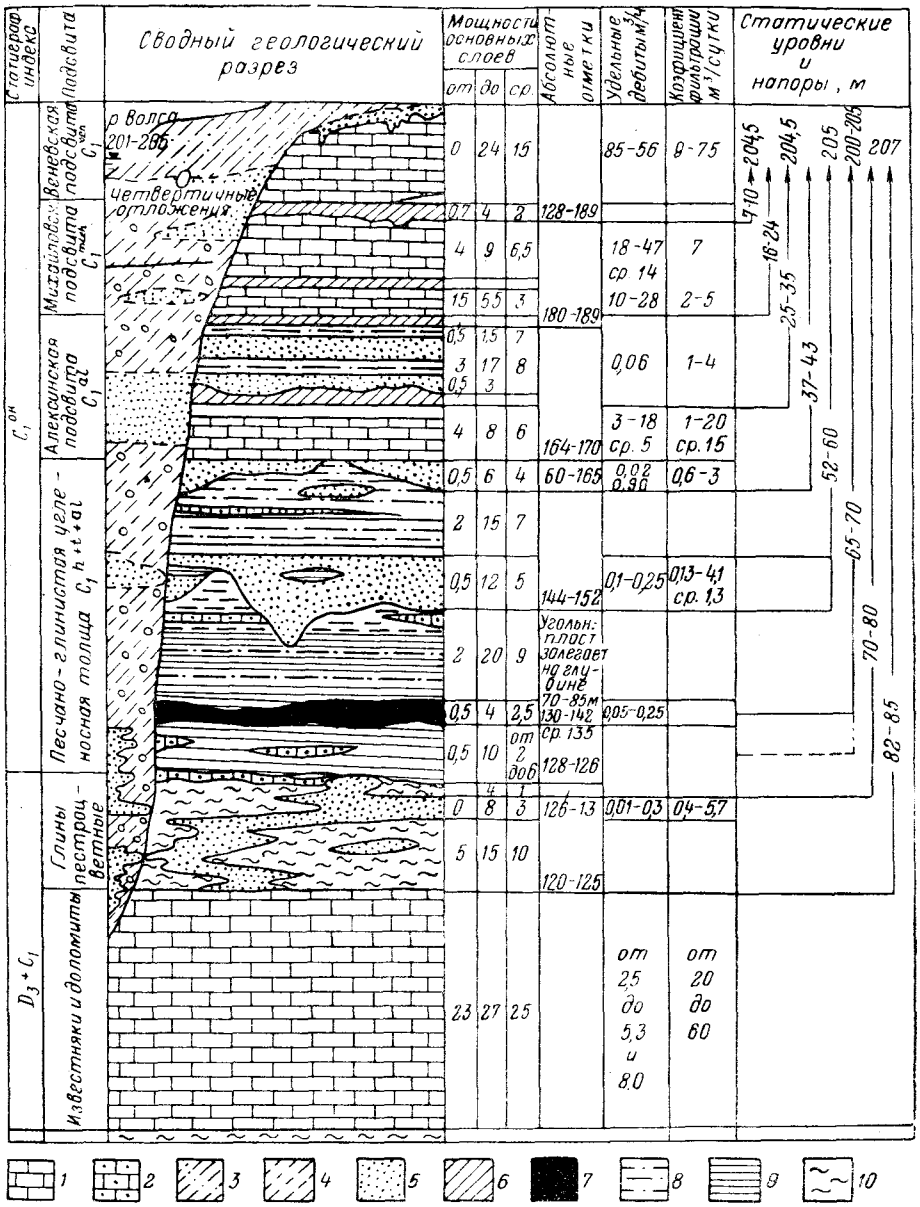


Рис. 2. Сводный геолого-гидрогеологический разрез Селищенского месторождения (по Н. Г. Паукер):

1—известняк; *2*—песчаник; *3*—супесь; *4*—суглинок; *5*—песок; *6*—глина пестроцветная; *7*—уголь. Глины: *8*—песчаная; *9*—вязкая; *10*—пестроцветная восковидная

винские глины с прослоями водоносных мелкозернистых глинистых песков, мощность которых достигает 3—4 *м.* Это так называемые нижние подугольные пески. Они образуют довольно выдержанный по простира-

нию водоносный горизонт и имеют тесную гидравлическую связь с водами девонских доломитов.

Лихвинские пестроцветные глины постепенно сменяются плотными (темного цвета) глинами угленосной толщи. Среди них также встречаются прослои и линзы тонкозернистых песков. Угольный пласт залегает на глубине 80—90 *м* от поверхности земли. Глины, залегающие в почве и кровле угольного пласта, изолируют его от окружающих водоносных горизонтов. Рабочий пласт обводнен слабо. Максимальные дебиты, наблюдаемые в забоях Селищенской шахты № 2, не превышали 5 $м^3/час$. Первым водоносным горизонтом, залегающим выше угольного пласта, является горизонт надугольных песков, отделенных от угля слоем песчаных глин мощностью 8—10 *м*. Коэффициент водопроницаемости надугольных песков в среднем 1—3 *м/сутки*. Несмотря на относительно низкую водопроницаемость, производительность подземных дренажных скважин в Селищенской шахте № 2 достигала 25—30 $м^3/час$. Мощность водоносного горизонта в среднем 5 *м*.

Следующим водоносным горизонтом являются подалексинские пески, широко развитые на месторождении. Они тесно связаны с вышележащими алексинскими известняками, водоносный горизонт которых заключен в трещиноватых и сильно закарстованных известняках средней мощностью около 6 *м*. Коэффициент водопроницаемости этих песков колеблется от 16 до 33 *м/сутки*. Значительно большей водопроницаемостью характеризуется вышележащий водоносный горизонт михайловских известняков, представленный двумя пластами известняков (общей мощностью до 12 *м*), разделенных прослоем красноватой глины. Коэффициент водопроницаемости этого горизонта местами достигает 75 *м/сутки*, составляя в среднем около 36 *м/сутки*.

Все водоносные горизонты, описанные выше, являются напорными.

Доломитовый водоносный горизонт обладает напором порядка 80—85 *м* водяного столба (считая от кровли доломитов). Для следующих водоносных горизонтов, залегающих выше по разрезу, наблюдается уменьшение напора. Так, например, надугольные пески обладают напором 50—60 *м*, алексинские известняки — порядка 37—45 *м*, а михайловские — от 24 до 7 *м*.

Единственным ненапорным горизонтом в разрезе коренных пород Селищенского месторождения является водоносный горизонт веневских известняков, залегающий на глубине 5—10 *м* от поверхности земли. Коэффициент водопроницаемости этого водоносного горизонта наибольший (до 125 *м/сутки*). Веневские известняки выходят на поверхность в районе месторождения.

В четвертичных отложениях встречено несколько водоносных горизонтов, приуроченных к флювиогляциальным пескам и древнеаллювиальным песчаным отложениям. Четвертичные водоносные горизонты в зависимости от их положения в разрезе могут быть как напорные, так и безнапорные.

По химическому составу воды всех водоносных горизонтов идентичны, что указывает на их гидравлическую связь и общие условия формирования. Воды слабо минерализованные, бикарбонатно-кальциевые с минерализацией от 0,2 до 0,4 *г/л*.

В непосредственной близости от месторождения расположена глубокая древняя эрозионная депрессия, выполненная сложным комплексом четвертичных отложений, среди которых преобладают песчаные и супесчаные разности. В пределах депрессии находятся оз. Волго и р. Волга. Все это способствует интенсивному питанию подземных вод.

Основную опасность при освоении месторождения представляют воды подугольного водоносного комплекса (девонских доломитов и подугольных песков). Прорывы подугольных вод неоднократно приводили к затоплению всех горных выработок шахты, а ликвидация их была сопряжена с большими трудностями.

2. КРАТКИЙ ОЧЕРК ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Строительство Селищенской шахты № 2 началось в 1934 г. К июню 1936 г. с помощью замораживания был пройден вспомогательный ствол и начаты работы по проходке околоствольных выработок и главного вентиляционного штрека. Одновременно шла проходка главного ствола.

15 января 1937 г. при проходке зумпфа главного ствола произошел первый прорыв подугольных вод. Малая защитная мощность глин (8 *м*) послужила причиной прорыва. Приток воды составлял 25—30 *м*^{3}/*час*. Была предпринята попытка ликвидировать аварию путем укладки в забое зумпфа бетонной подушки с помощью водолазных работ. Во время водолазных работ откачка воды проводилась из ствола. Расход воды составлял около 8 *м*^{3}/*час*. Высота водяного столба в стволе при этом поддерживалась равной 30 *м*. Через пять дней работы по очистке зумпфа, когда было удалено 5 *м*^{3} породы, приток воды возрос до 105 *м*^{3}/*час*, при прежнем динамическом уровне. В связи с этим водолазные работы были прекращены. В дальнейшем авария была ликвидирована замораживанием. Прорыв подугольных вод протекал постепенно, сначала вода поступала из подугольных песков, а затем непосредственно из девонских доломитов.

Второй прорыв подугольных вод произошел в октябре 1937 г. в наклонном ходке в водосборник. Ходок проходился в подугольных глинах отдельными заходками длиной 2,5—3 *м*. Подошва ходка была отделена от верхних подугольных песков слоем глины мощностью около 3 *м*. 30 сентября 1937 г. в почве последней заходки (ходок был пройден на расстояние 11,3 *м* от вентиляционного штрека) было обнаружено выпучивание глины, а 1 октября в подошве ходка появилась вода, приток которой возрастал. Вскоре после того, как была закрыта дверь водонепроницаемой перемычки, установленной в начале ходка, вода проникла в забой вентиляционного штрека по пространству между креплением и породой и начала поступать в штрек с расходом до 500 *м*^{3}/*час*. В течение непродолжительного времени все выработки были затоплены и работы в шахте прекращены. Как и при прорыве в зумпфе главного ствола, сначала вода поступала из подугольных песков, после чего последовал прорыв вод девонских доломитов.

Авария была ликвидирована цементацией очага прорыва через пробуренную с поверхности скважину.

В 1938—1939 гг. продолжалась проходка штреков главных направлений и начата проходка панельных штреков. Вместе с этим был нарезан опытный участок, где предполагалось произвести пробные посадки лавы для выбора наиболее приемлемой системы разработки. Опытный участок был тщательно изолирован от главного откаточного штрека водонепроницаемыми перемычками. Выработки опытного участка за перемычками были закреплены деревом.

В эти же годы на шахте широко проводились работы по подземному осушению дренажными скважинами надугольных и подугольных песков.

Осушение надугольных песков шло успешно. Из большинства пробуренных скважин вода поступала с расходом 8—10 *м*^{3}/*час*. Дренажные скважины, оборудованные на подугольные пески, за исключением одной

(№ 14), сразу же после окончания бурения и установки фильтра забивались глиной и совершенно не давали воды. Кроме того, были пробурены три подземные скважины на девонские доломиты (№ 3, 8, 71). Они углублялись в доломиты не более чем на 3—4 *м*, однако и при этом их единичный расход составлял около 60 *м*³/*час*.

18 февраля 1940 г. при бурении подугольной дренажной скважины № 61 произошел третий прорыв подугольных вод [1]. Дебит скважины после окончания бурения и установки фильтра составлял 3,6 *м*³/*час*, причем вода поступала с песком.

18 февраля 1940 г. в 8 часов утра по затрубному пространству скважины подугольные воды прорвались к бетонному креплению и, выломав его в 0,6 *м* от скважины, начали поступать в горные выработки. В первый момент приток воды составлял около 500 *м*³/*час* и шахтный водоотлив не мог с ним справиться. В результате прорыва шахта была вторично полностью затоплена.

Авария была ликвидирована цементацией очага прорыва. После восстановления шахты проходческие работы продолжались до августа 1941 г. После демонтажа оборудования, перед оккупацией района немцами, шахта была затоплена естественным притоком воды.

В послевоенные годы встал вопрос о выборе наиболее эффективного способа освоения месторождения. Опыт довоенных лет показал, что ведение горных работ без предварительного снижения напоров и частичного осушения водоносных горизонтов в кровле и почве угольного пласта неминуемо приводит к прорывам подземных вод в выработки, ликвидация которых надолго задерживает ведение горных работ и ставит под сомнение вообще возможность освоения месторождения.

В марте 1949 г. Всесоюзной конторой «Союзшахтоосушение» был разработан проект осушения Селищенского месторождения, предусматривающий осушительные мероприятия как в период подготовительных, так и в период очистных работ.

Наряду с проведением осушительных работ проектировалась проходка водосборника (помойницы) емкостью около 2000 *м*³. Наличие такого водосборника устранило бы возможность катастрофических затоплений шахты при прорывах подземных вод. Поэтому осушительные работы должны были в первую очередь обеспечить безопасную проходку водосборника.

Напор подугольных вод (доломитовых) в районе водосборника по проекту должен был быть снижен на 54,5 *м*.

К концу 1949 г. в районе водосборника были пробурены и оборудованы насосами АТН-14 четыре водопонизительные скважины: № 1, 2, 4, 5 (скважина № 3 была в аварии), из которых с 18 ноября 1949 г. по 13 января 1950 г. была произведена пробная групповая откачка.

При суммарном расходе водопонизительной установки в 1050—1100 *м*³/*час* понижение пьезометрического уровня в гидронаблюдательных скважинах в районе водосборника составило всего лишь 15—16 *м*, тогда как по проекту пять водопонизительных скважин с суммарным расходом 534 *м*³/*час* должны были понизить напор подугольных вод (доломитовых) на 54,5 *м*.

Проект водопонижения, по существу, оказался нереальным. Он был основан на сильно заниженных расчетных гидрогеологических параметрах вследствие недостаточной гидрогеологической изученности месторождения. Так, например, коэффициент фильтрации, принятый по про-

[1] Все очаги прорывов показаны на плане горных выработок Селищенской шахты № 2 (рис. 3).

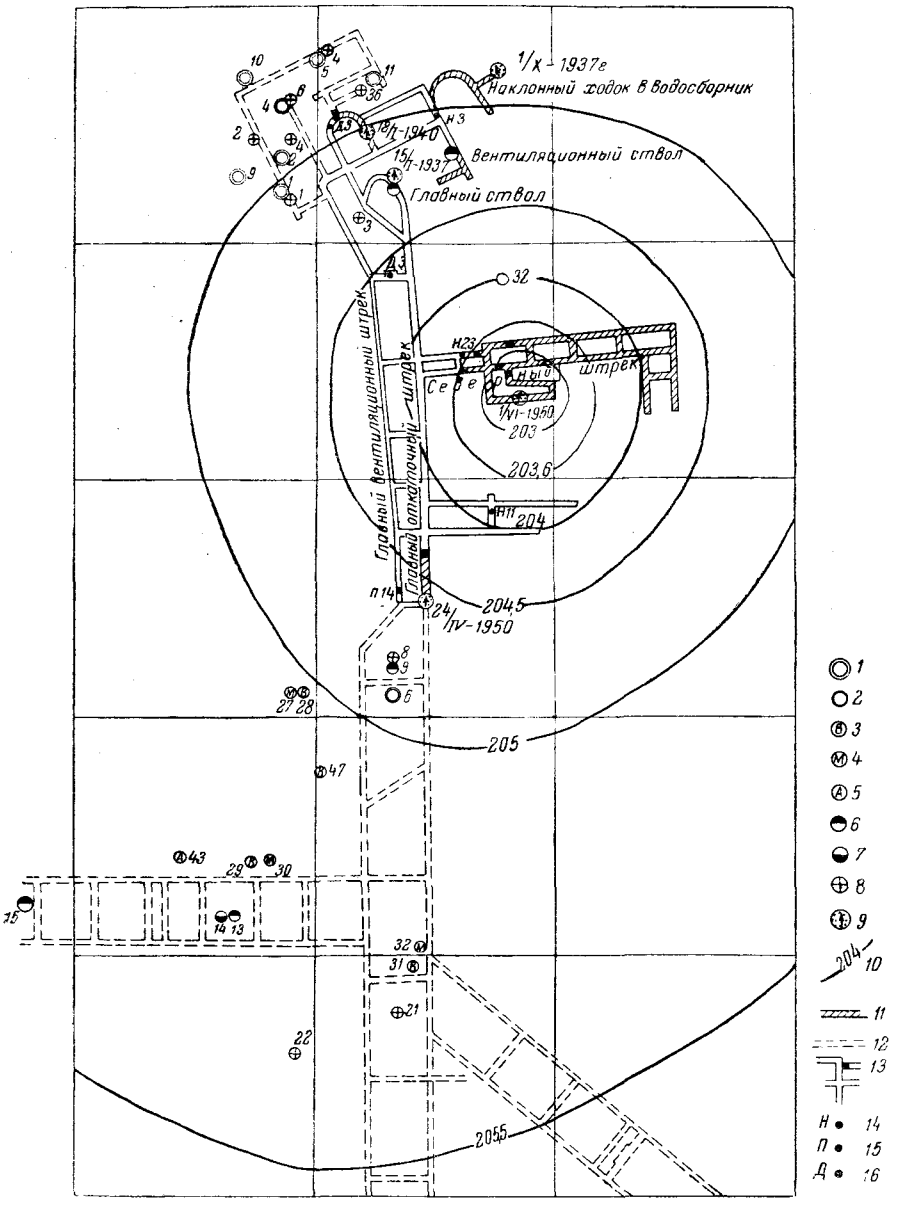


Рис. 3. План расположения горных выработок Селищенской шахты № 2 и схема гидроизопьез доломитового водоносного горизонта (по состоянию на 10 августа 1950 г.):

Скважины: *1*—водопонизительные, оборудованные на девонские доломиты; *2*—гидронаблюдательные; *3*—оборудованные на веневские известняки; *4*—оборудованные на михайловские известняки; *5*—оборудованные на алексинские известняки; *6*—оборудованные на надугольные пески; *7*—оборудованные на подугольные пески; *8*—оборудованные на девонские доломиты; *9*—прорывы воды и плывунов в горные выработки; *10*—пьезоизогипсы девонского водоносного горизонта; *11*—затопленные горные выработки; *12*—проектируемые горные выработки; *13*—водонепроницаемые перемычки с задвижками Лудло. Подземные скважины: *14*—на надугольные пески; *15*—на подугольные пески; *16*—на девонские доломиты

екту 9,85 *м/сутки*, оказался 50—60 *м/сутки*; радиус влияния установки оказался 10 000—12 000 *м* вместо 2500 *м*; мощность водоносного горизонта (активную зону) вместо 15 *м* следовало принять 22,4 *м*. Таким образом, материалы групповой откачки показали, что для дальнейшего снижения напора требуется ввод в действие дополнительных водопонизительных скважин.

В первой половине 1950 г. в районе водосборника были пробурены и оборудованы насосами АТН-14 еще три водопонизительные скважины (№ 9, 10, 11) и закончена бурением скважина № 3. В районе штреков главных направлений была пробурена водопонизительная скважина № 6.

Для проведения гидрогеологических наблюдений во время осушительных работ на месторождении было пробурено и оборудовано на различные водоносные горизонты 32 гидронаблюдательные скважины.

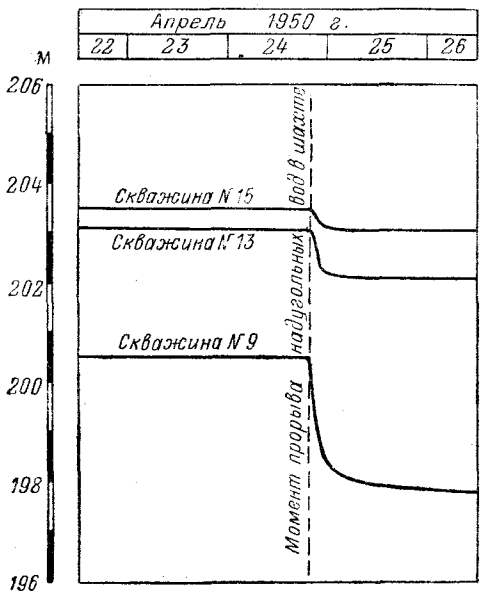


Рис. 4. График колебания пьезометрического уровня надугольного водоносного горизонта

Одновременно в 1949—1950 гг. велись работы по восстановлению шахты. С 8 по 15 марта 1950 г. насосами АТН-14 была проведена откачка воды из горных выработок шахты через вентиляционный ствол.

15 марта был произведен первый осмотр горных выработок. Состояние крепления не угрожало прорывом подугольных и надугольных вод, по крайней мере в ближайшее время. Но было отмечено, что у забоя главного откаточного штрека, где бетонное крепление не доходило до груди забоя примерно на 0,3 *м*, на почве по всей ширине штрека залегает влажная глина.

Общий приток воды в шахту составлял не более 12—15 $м^3/час$, главным образом за счет работы надугольных дренажных скважин и капежа в главном стволе.

22 апреля 1950 г. при осмотре забоя главного откаточного штрека на ранее имевшейся глине были обнаружены свежие куски глины со следами царапин, указывающих на выдавливание их из кровли.

Глина была влажная, но плотная. Выдавливание ее усиливалось и, когда 24 апреля в 20 часов приступили к расчистке забоя, чтобы забетонировать его, глина пришла в еще большее движение. Глина подошла к месту установки перемычки очень быстро, и остановить ее деревянными перемычками не удалось. Поток глины легко сломал первую перемычку, установленную в 4,3 *м* от груди забоя (вторую перемычку не успели и соорудить). Поток глины двигался со скоростью около 1 *м/час*. Примерно в 22 часа 40 минут 24 апреля 1950 г. послышался сильный шум со стороны забоя. Повидимому, сломало затяжку у груди забоя или деформировало бетонное крепление.

Для изоляции очага прорыва надугольных песков от остальных выработок шахты немедленно закрыли глухую перемычку в главном откаточном штреке, расположенную в 44 *м* от забоя штрека. Из-за пере-

мычки с расходом в 5—6 *м*³/*час* продолжала пробиваться вода, но без выноса песка. Причиной прорыва послужила малая мощность надугольных глин в районе забоя главного откаточного штрека.

24 апреля 1950 г. в гидронаблюдательных скважинах № 9, 13, 15, оборудованных на надугольные пески, прорыв надугольных вод в шахте был четко зафиксирован (рис. 4).

В скважине № 9, расположенной в 40 *м* от места прорыва, в 12 часов 24 апреля абсолютная отметка пьезометрической поверхности была равна 200,6 *м*, утром 25 апреля она упала до 198,3 *м*, т. е. на 2,3 *м*.

В скважине № 13 уровень воды упал с 203 до 202,1 *м*, т. е. на 0,9 *м*, а в скважине № 15 с 203,5 до 202,1 *м*, т. е. на 0,4 *м*. Скважина № 13 находилась в 210 *м*, а скважина № 15 в 450 *м* от очага прорыва (рис. 3).

3. ПРОРЫВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ОПЫТНОМ УЧАСТКЕ

26—27 мая 1950 г. в Селищенской шахте № 2 приток воды из опытного участка внезапно возрос от 4—5 до 15—20 *м*³/*час*, при этом вынос песка составлял до 4—5% от общего расхода.

30 мая 1950 г. при обследовании состояния деревянного крепления опытного участка было установлено, что поступление воды происходит из второго выемочного штрека, который на всем протяжении оказался заполненным мелкозернистым глинистым песком на высоту 0,6—0,8 *м* от пола. Администрация шахты не уделила должного внимания увеличению притока воды, несмотря на то что прорыв подземных вод в выработки был налицо, так как вода поступала с песком. Штрек был осмотрен не до конца и место прорыва не было установлено. Небольшой, относительно устойчивый приток воды с песком из опытного участка объяснялся поступлением надугольных вод по затрубному пространству дренажных скважин, пройденных до войны во втором выемочном штреке.

Для устранения выноса песка в остальные горные выработки закрыли водонепроницаемые перемычки, отделяющие опытный участок от главного откаточного штрека. Вскоре появился капеж в выработках опытного участка (до перемычек), а затем и в главном откаточном штреке.

До 15—20 июня еще можно было регулировать интенсивность капежа, открывая и закрывая задвижку Лудло, установленную на нижней дренажной трубе перемычки восточного штрека. Но приток воды из опытного участка все нарастал, тогда как вынос песка резко уменьшился.

25 июня 1950 г. приток воды из опытного участка достиг 100 *м*³/*час*. Закрытие задвижки Лудло мало сказывалось на количестве воды, поступающей в выработки, так как резко возрастало давление на крепление выработок и капеж превращался в интенсивную течь. Вода через многочисленные трещины в бетонном креплении с большим напором прорывалась в выработки.

При этом количество трещин и их размеры заметно увеличивались с каждым днем. Интенсивно шел процесс выщелачивания бетона. Давление воды на крепление выработок при закрытой задвижке превышало 3 *ат*, суммарный расход при этом (течь через трещины) достигал 60—80 *м*³/*час*. Состояние крепления выработок в опытном участке стало угрожающим, и поэтому необходимо было срочно приступить к ликвидации аварии и, в первую очередь, уменьшить давление воды. Необходимо было установить, из какого водоносного горизонта поступают воды в шахту, и только после этого можно было наметить правильные и эффективные способы ликвидации прорыва. Установить источник про-

рыва было возможно только на основании материалов гидрогеологических наблюдений.

Как указывалось выше, на месторождении к началу 1950 г. имелись 32 гидронаблюдательные скважины, оборудованные на различные водоносные горизонты. Замеры уровней в скважинах велись обычно раз в сутки, а в период групповых откачек до четырех-шести раз в сутки. Скважины хорошо реагировали при откачках и при работе дренажных подземных скважин. Таким образом, исходные данные гидрогеологических наблюдений были вполне достоверными.

Однако вследствие того, что режим подземных вод в районе месторождения был нарушен откачками из водопонизительных скважин, работой подземных дренажных скважин, капежом и прорывами вод в шахте, без проведения глубокого и тщательного анализа материалов гидрогеологических наблюдений легко было впасть в ошибку.

Следует указать, что мнения гидрогеологов относительно установления водоносного горизонта, с которым связаны воды прорыва, разделились.

Некоторое общее понижение пьезометрического уровня подугольного водоносного горизонта и то обстоятельство, что вода поступала из опытного участка с песком, вызвали предположение, что в опытном участке произошел прорыв вод надугольных песков.

Отсюда следовал вывод, что открытие перемычек и выпуск воды из опытного участка приведут к большому выносу песка, что в свою очередь вызовет быстрый износ шахтных насосов и последующее затопление шахты. Поэтому рекомендовалось приступить к работам по изоляции опытного участка от остальных горных выработок.

Положение казалось безвыходным. С одной стороны, необходимо было как можно скорее снять давление с крепления выработок, так как возможны были уже в самое ближайшее время крупные деформации бетонного крепления, вода настойчиво продолжала искать себе выход и, без сомнения, нашла бы его. С другой стороны, утверждение, что прорыв связан с надугольными песками, действительно не давало возможности открыть перемычку и тем самым снять давление на крепь.

Однако анализ гидрогеологических материалов за 1949—1950 гг. показал, что прорыв в опытном участке связан не с водами надугольных песков, а с подугольными водами (девонских доломитов и подугольных песков).

Данные колебаний уровней в скважинах за 1949—1950 гг. были обработаны и произведена увязка этих колебаний с работой водопонизительных и подземных дренажных скважин, сезонными колебаниями уровней подземных вод, откачкой воды из шахты, прорывами подземных вод в шахту и т. д.

Возможность прорыва из надугольных песков исключалась, так как в скважинах № 9, 13, 15 (оборудованных на надугольные пески и отчетливо реагировавших на прорыв 24 апреля 1950 г. надугольных вод) положение пьезометрических уровней при прорыве подземных вод в опытном участке в конце мая 1950 г. совершенно не изменилось (рис. 5).

Это доказывало, что последний прорыв не связан с водами надугольных песков. В то же время гидронаблюдательные скважины, оборудованные на девонские доломиты и расположенные вблизи опытного участка, не восстановили свой уровень после откачек из водопонизительных скважин № 6, 9, происходивших одновременно с началом усиления притока воды в шахту из опытного участка. Так, в гидронаблюдательных скважинах № 1, 2, 4, 7 и др. после откачек уровень не восстановился (абсолютные отметки 204—205 *м*). Между тем, по данным водопонижe-

ния, при прекращении откачек в гидронаблюдательных скважинах было установлено быстрое и почти полное восстановление уровней воды из лихвинских доломитов (рис. 6). Объяснить понижение уровня доломитового водоносного горизонта сезонными колебаниями было нельзя, так как наиболее низкие стояния уровня приурочены к февралю—марту, но

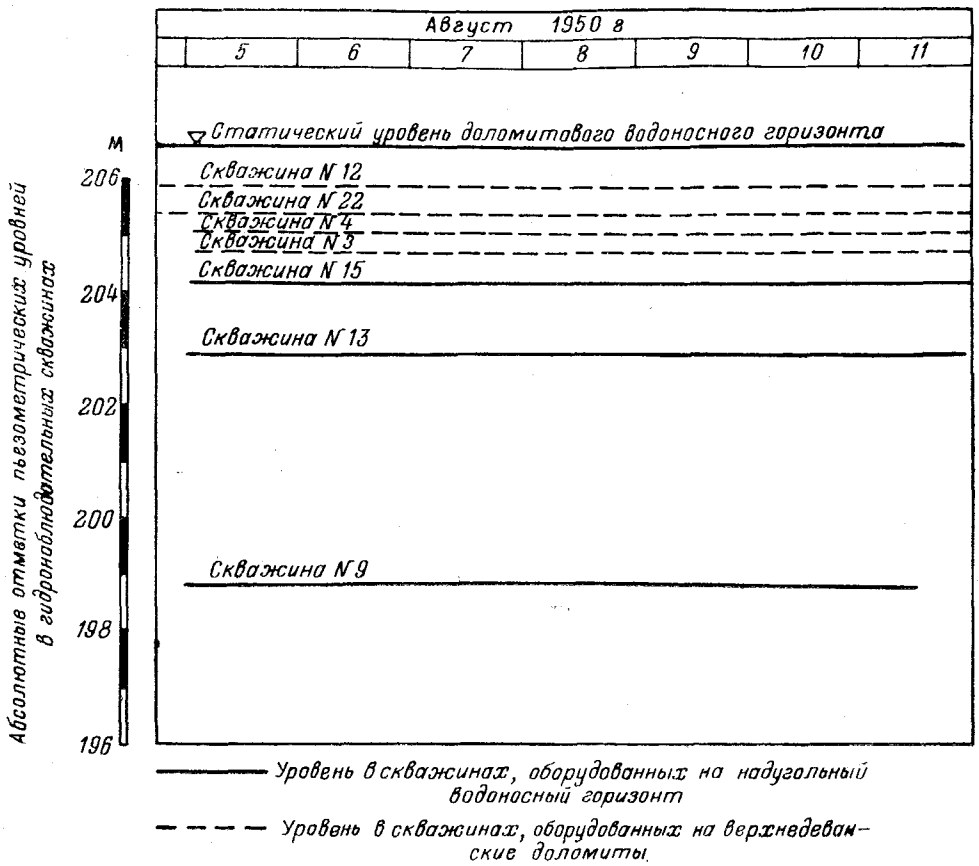


Рис. 5. Положение пьезометрических уровней надугольного и доломитового водоносных горизонтов

и тогда уровень в скважинах находился выше (абсолютные отметки 206—207 *м*). На карте пьезоизогипс доломитового водоносного горизонта (по состоянию на 10 августа 1950 г.) явно обрисовался контур депрессионной воронки, центр которой располагался над опытным участком (рис. 3).

Кроме того, наличие во втором выемочном штреке дренажных подугольных скважин и установление при осмотре поломов лежанов деревянного крепления указывали на ослабление несущих свойств подугольных глин. На основании изложенного можно сделать вывод, что в опытном участке произошел прорыв подугольных вод. Следовательно, отпали опасения о возможности при открытии перемычек на опытном участке заполнения песком-плывуном горных выработок.

12 августа 1950 г. была начата групповая откачка из водопонизительных скважин (№ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11) с суммарным расходом около 1800 $м^3$/*час*. Среднее понижение в районе водосборника в результате откачки составило 30 *м*, в районе опытного участка — около 15 *м*.

Течь и капеж в шахте значительно уменьшились, заметно уменьшилось и давление воды, поступающей из трещин. Все это указывало на правильность прогноза об источнике прорыва подземных вод в опытном участке.

20 августа 1950 г. для уточнения местоположения прорыва было произведено обследование опытного участка. Перемычки открывали последовательно, выпуская воду из вентиляционного и восточного штреков

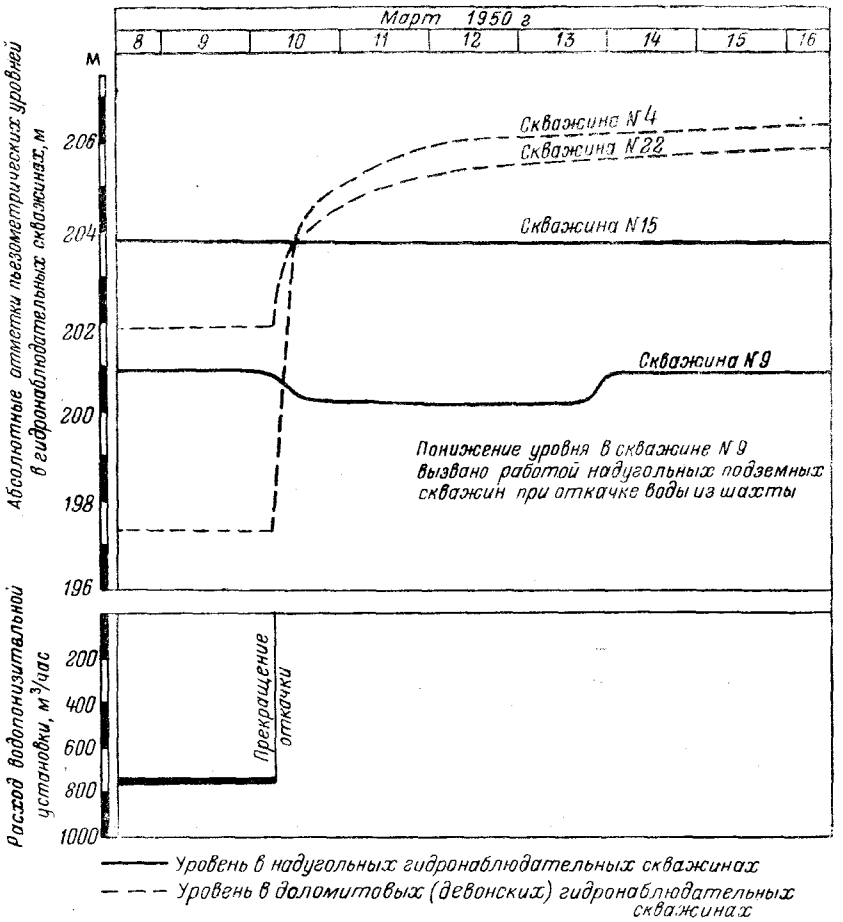


Рис. 6. График колебания пьезометрических уровней доломитового и надугольного водоносных горизонтов

опытного участка. Вода поступала только из второго выемочного штрека, который был заполнен мелкозернистым песком на высоту 0,6—1 *м* от почвы выработок. Расход воды составлял около 140 *м³/час*.

При осмотре дренажной скважины № 30, пробуренной на надугольные пески, было отмечено поступление воды из затрубного пространства в количестве до 5—6 *м³/час*.

Место прорыва было установлено около дренажной подугольной скважины № 34 (пробуренной в 1939 г.), где наблюдалось интенсивное поступление из почвы выработок мутной воды в виде грифона (диаметром 0,3—0,4 *м*), бьющего на высоту 0,6—0,7 *м* над уровнем воды в штреке. Вода поступала по затрубному пространству дренажной сква-

жины под напором около 2—3 *ат*. В почве выработки прощупывалась щель между двумя лежанами.

Таким образом, окончательно подтвердилось предположение о том, что источником прорыва являются воды девонских доломитов, увлекающие за собой в небольшом количестве подугольные пески.

Прорыв протекал довольно сложно. Сначала в выработки, вероятно, прорвались воды первых подугольных песков с расходом 6—8 *м*^{3}/*час*. В результате этого давление в пласте первых подугольных песков резко упало. Наибольшее падение напора было над местом прорыва (у скважины), что облегчило водам вторых подугольных песков возможность прорвать по затрубному пространству (наиболее слабое место) пласт глины, разделяющий первые и вторые подугольные пески. Суммарный расход постепенно возрос до 15—20 *м*^{3}/*час*, при этом увеличился вынос песка. Давление в пласте вторых подугольных песков также резко упало, после чего воды доломитов легко прорвали пласт глины, отделяющий их от вторых подугольных песков. Расход воды увеличился до 120—140 *м*^{3}/*час*.

После осмотра места прорыва закрыли перемычки, отделяющие второй выемочный штрек от северного, оставив открытыми верхние задвижки Лудло дренажных труб, через которые с небольшим напором изливалась совершенно прозрачная вода с расходом около 130 *м*^{3}/*час*. Капеж, естественно, полностью прекратился на главном откаточном штреке и в опытном участке.

Так как на месторождении в это время проводились работы по снижению напоров вод девонских доломитов, то о ликвидации прорыва не могло быть и речи. Наоборот, прорыв использовался как подземные дренажные скважины, бурение которых было предусмотрено в последующем проекте осушения.

Таким образом, на основании анализа материалов гидрогеологических наблюдений удалось не только ликвидировать тяжелое аварийное положение в шахте и избежать больших непроизводительных затрат при неверном направлении аварийных работ, но и использовать также прорыв подземных вод в целях осушения и освоения месторождения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Владимирский В. И. и Леонов Н. А. Отчет о гидрогеологических наблюдениях на шахте № 2 треста «Селижаровуголь» за 1938 и 1939 гг. Рукопись. Фонды Спецгео, 1940.
2. Инструкция по гидрогеологической службе на шахтах комбината Ленинградуголь. Рукопись. Фонды Ленинградского горного института, 1949.
3. Керкис Е. Е. Об оценке водообильности водоносных горизонтов. Труды лаборатории гидрогеологических проблем АН СССР, 1949, т. III.
4. Котлуков В. А. Геологическое строение и угленосность западного крыла Подмосковного бассейна. Рукопись. Фонды Ленинградского горного института, 1946.
5. Бокий Б. В., Керкис Е. Е. и др. Методы осушения шахт комбината Ленинградуголь. Рукопись. Фонды Ленинградского горного института, 1950.
6. Нелюбов Л. П., Владимирский В. И. и Смирнов Л. Н. Отчет Селижаровской гидрогеологической партии Спецгео о гидрогеологических работах на Селищенском угольном месторождении в 1937—1938 гг. Рукопись. Фонды Спецгео, 1938.
7. Павлов И. Н. Гидрогеологические особенности Селижаровского угленосного района. «Вопросы гидрогеологии и инженерной геологии», 1951.
8. Чельцов М. И. и Николаенко А. Т. Проект ликвидации аварии на шахте № 2 Селижаровской. Рукопись. Фонды треста Ленинградшахтоосушение, 1949.