

**СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

---

Отбор проб газа выполняется из дыхательных труб и дренажных аппаратов 1 раз в месяц, контролируется водород и метан.

Приборный контроль ведется с помощью показаний КИП, средств автоматики, аварийной и предупредительной сигнализации и включает контроль заполнения дренажных емкостей, контроль температуры, контроль параметров радиационной обстановки на бассейне и прилегающей территории.

Контроль радиационной обстановки на поверхности перекрытого бассейна проводится в точках отбора проб грунта с периодичностью 1 раз в год для  $\alpha$ -излучения и 1 раз в месяц для  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучения. В 200-метровой зоне вокруг бассейна контроль осуществляется раз в год для трех видов излучения. Мощность дозы гамма-излучения и температуры в теле бассейна контролируется ежедневно.

Состояние нижнего глиняного экрана контролируется по 49 скважинам, расположенным вокруг хранилища. Отслеживаются такие параметры как, динамический уровень, химический состав и радиохимический состав.

Проведенный анализ позволил сделать следующие выводы: при разработке технического регламента бассейна Б-2 были выделены базовые принципы, следование которым, позволяет достичь приемлемого уровня безопасности и избежать при этом неоправданных затрат и неэффективного расходования материальных и технических ресурсов при ее обеспечении, задачу определения нормативно-правового статуса бассейна Б-2 можно считать практически решенной.

**Литература**

7. Глоссарий // ФГУП «Национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами» URL: <http://nora.ru/waste/glossary/> (дата обращения: 14.01.2018).
8. Закон Томской области "О радиационной безопасности населения Томской области" от 08.05.2007 № 88-ОЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. с изм. и допол. в ред. от 8 мая 2013 г.
9. На ОАО «СХК» государственной комиссией принят объект «Консервация бассейна Б-2» // АО «Сибирский химический комбинат» URL: <http://atomsib.ru/novosti/728-na-oao-sxk-gosudarstvennoj-komissiej-prinyat-obekt-konservaciya-bassejna-b-2> (дата обращения: 12.01.2018).
10. О предприятии // ФГУП «Национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами» URL: <http://nora.ru/about/> (дата обращения: 14.01.2018).
11. Постановление Правительства Российской Федерации "О критериях отнесения твердых, жидких и газообразных отходов к радиоактивным отходам, критериях отнесения радиоактивных отходов к особым радиоактивным отходам и к удаляемым радиоактивным отходам и критериях классификации удаляемых радиоактивных отходов" от 19.10.2012 № 1069 // Российская газета. 2012 г.
12. Приказ Ростехнадзора "Об утверждении федеральных норм и правил в области использования атомной энергии "Сбор, переработка, хранение и кондиционирование жидких радиоактивных отходов. Требования безопасности" от 25.06.2015 № 242 // Российская газета.
13. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору "Об утверждении федеральных норм и правил в области использования атомной энергии "Требования к обеспечению безопасности пунктов размещения особых радиоактивных отходов и пунктов консервации особых радиоактивных отходов" от 10.10.2017 № 418 // Российская газета. 2017 г.
14. Способ фиксации пульпы в открытом бассейне-хранилище радиоактивных отходов // Патент России №2510858. 2014. / Твилев К.А., Круглов С.Н., Миклашевич М.А. [и др.].
15. Федеральный закон "Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" от 11.07.2011 № 190-ФЗ // Российская газета. 15.07.2011 г.

**ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ДОЛИНЫ Р. ШАГАН В СВЯЗИ С ОТРАБОТКОЙ  
УГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАРАЖЫРА НА ТЕРРИТОРИИ БЫВШЕГО  
СЕМИПАЛАТИНСКОГО ПОЛИГОНА**

**Ч.Б. Сагингалиев**

Научный руководитель доцент К.И. Кузеванов

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Крупное угольное месторождение было открыто в 1967 году на территории Семипалатинского испытательного полигона. После прекращения ядерных испытаний (1949 – 1991 гг.) месторождение получило название Каражыра и была начата его разработка открытым способом. Площадь, на которой подсчитаны запасы угля в количестве 1,3 миллиарда тонн, составляет 21,4 км<sup>2</sup>, а ежегодная добыча превышает 5 млн. тонн. На сегодняшний день уголь этого месторождения используется не только в Усть-Каменогорске, Семее, но и на территории всего региона.

Основной особенностью эксплуатации месторождения является его приуроченность к территории бывшего испытательного полигона. Фронт действующих горных работ располагается в 9-ти километрах от одной из испытательных площадок «Балапан», ранее использовавшейся для проведения подземных ядерных взрывов. За период с 1965 по 1989 гг. на испытательной площадке произведено более 100 ядерных взрывов различной мощности в глубоких скважинах. После завершения испытания ядерного оружия в 1989 г. сотрудниками национального

ядерного центра Республики Казахстан проводятся регулярные режимные наблюдения за состоянием подземных вод по сети гидрогеологических скважин. Целью режимных наблюдений является оценка миграции радионуклидов с подземными водами [1, 2].

Природные условия района исследований определяются его приуроченностью к степной засушливой умеренно-тёплой климатической зоне с выраженной континентальностью. Среднегодовая температура воздуха достигает  $+2,7^{\circ}\text{C}$  при среднемесячной температуре воздуха наиболее теплого месяца в июле  $+20,5^{\circ}\text{C}$  и наиболее холодного месяца в январе  $-16,3^{\circ}\text{C}$ . Среднегодовая сумма осадков составляет 487 мм при крайне неравномерном их распределении по сезонам года. Большая часть атмосферных осадков выпадает в период положительных температур с максимумом в июле месяце. Минимальное количество атмосферных осадков регистрируется зимой в январе и феврале.

Население района сосредоточено в поселке Балапан и настоящее время в основном занято разработкой угольного месторождения «Каражыра». Питьевое водоснабжение осуществляется посредством водовода, проложенного от реки Иртыш в районе г. Курчатова до поселка. Единственной водной артерией на Семипалатинском полигоне является река Шаган с притоком Ащису. Её русло гибнет восточную границу бывшего испытательного полигона и впадает в реку Иртыш. Площадь водосборного бассейна реки покрывает более 10000 км<sup>2</sup>, длина главного русла достигает 275 км, а протяженность притока Ащису составляет 115 км. Река берёт начало на склонах горного хребта Канчингиз, где отметки рельефа достигают 875 м. В нижнем течении реки Шаган абсолютные отметки рельефа снижаются до 160,0 м при среднем уклоне 0,003. В границах испытательной площадки «Балапан» протяженность русла не превышает 50 км, гидравлический уклон оценивается величиной 0,002. Участок испытательных скважин занимает левобережную часть водосборного бассейна площадью до 900 км<sup>2</sup>. [3]

В гидрогеологическом разрезе выделяют два водоносных комплекса, имеющих гидравлическую связь. К первому водоносному комплексу относят подземные воды, которые приурочены к локальным гидрогеологическим бассейнам. Здесь водовмещающие породы представлены в основном рыхлыми отложениями неогена современными осадками. Второй водоносный комплекс имеет региональное развитие. Он объединяет подземные воды трещинных типов коллекторов, приуроченных к палеозойскому фундаменту, воды коры выветривания мезозойского возраста и подземные воды палеогена. Общая мощность этого единого, в гидродинамическом отношении водоносного комплекса, достигает 100 - 150 м.

Грунтовые воды, имеющие безнапорный гидравлический характер, в основном приурочены к делювиально-пролювиальным отложениям среднечетвертичного-современного возраста (Q<sub>II-IV</sub>). Глубина их залегания в среднем превышает 1,5 м. Водовмещающие отложения представлены хорошо промытыми песками, гравием и плохо окатанным щебнистым материалом с суглинистым заполнителем. В анионном составе подземных вод преобладают сульфат-ион и ионы хлора. Величина общей минерализации изменяется в широких пределах от 0,4 до 4 г/дм<sup>3</sup>. Подземные воды с высокой минерализацией приурочены к участкам и зонам с низкой скоростью водообмена.

Подземные воды, приуроченные к верхнечетвертичным-современным (Q<sub>III-IV</sub>) аллювиально-пролювиальным отложениям, имеют безнапорный гидравлический характер и залегают на небольших глубинах в интервале от 1 м до 5 м. Водовмещающие породы представлены рыхлыми разностями, среди которых преобладают пески и гравийные отложения. Общая минерализация сульфатно-хлоридных, реже хлоридных по химическому составу подземных вод повышена и достигает 9,7 г/дм<sup>3</sup>. В приповерхностной части гидрогеологического разреза, представленной рыхлыми отложениями, встречаются горизонты верховодки. Эти воды спорадического распространения, как правило, обладают повышенной минерализацией за счёт растворения солей, накапливающихся в рыхлых отложениях за счёт процессов континентального засоления. Глубина залегания верховодки не превышает нескольких метров и характеризуется нестабильным гидродинамическим режимом уровня, который формируется под непосредственным влиянием резко неравномерной интенсивности инфильтрации атмосферных осадков.

Верховодка и грунтовые воды, залегая на незначительной глубине, наиболее сильно подвержены инфильтрации атмосферных осадков. В периоды летней межени уровень грунтовых вод может значительно падать, а в горизонты верховодки резко теряют свою мощность, иногда до полного исчезновения. В период активного снеготаяния происходит активное питание грунтовых вод и повышение их уровня. Подземные воды локальных гидрогеологических бассейнов получают дополнительный источник восполнения запасов на предгорных участках, где может проявляться гидродинамическая связь с региональным бассейном подземных вод.

Региональный бассейн подземного стока в границах испытательной площадки «Балапан» приурочен к зонам экзогенной трещиноватости пород фундамента, к отложениям коры выветривания мезозойского возраста и к горизонтам песков палеогена. Эта водоносная структура содержит основное количество подземных вод и определяет скорость фильтрации, водопроницаемость, дебит, напор воды в локальных артезианских бассейнах и другие гидрогеологические параметры подземных вод.

Подземные воды водоносного комплекса с регионального бассейна подземного стока, подразделяются на три относительно самостоятельных типа. К ним относятся: подземные воды коры выветривания мезозойского возраста, подземные воды палеогеновых отложений и собственно трещинные воды фундамента. В гидравлическом отношении эти подземные воды связаны между собой, образуя единую гидродинамическую систему.

Подземные воды регионального бассейна подземного стока приурочены к зоне экзогенной трещиноватости, имеющей повсеместное развитие. Мощность зоны, повышенной трещиноватости достигает 150 – 170 м. Глубина залегания подземных вод в значительной степени зависит от рельефа земной поверхности и может изменяться в широких пределах от 4 м до 70 м. Питание подземных вод полностью определяется инфильтрацией атмосферных осадков и сосредоточено на возвышенных участках дневной поверхности. К таким зонам относятся участки мелкоопочного и горного рельефа, которые занимают значительную долю территории испытательной площадки «Балапан» [3].

## СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

---

Подземные воды регионального бассейна подземного стока приурочены к водовмещающим породам существенно отличающимся по литологии, что находит отражение в их химическом составе. Различают трещинные воды, залегающие в интрузивных телах, в терригенных осадочных породах и в эффузивно-осадочных комплексах.

Особенностью подземных вод, приуроченных к эффузивно-осадочным породам майданской свиты среднего кембрия (Є<sub>2</sub>md) является небольшая глубина залегания уровня при пониженной минерализации до 1,5 г/дм<sup>3</sup> с преобладанием сульфатного и сульфатно-хлоридного анионного состава. Трещинные воды, приуроченные к средне-верхневизейским отложениям аркалыкской свиты (С<sub>1</sub>V<sub>2-3</sub> ar), имеют повышенную до 4 г/дм<sup>3</sup> величину минерализации при преимущественно сульфатно-хлоридном составе. Максимальной величиной общей минерализации, достигающей 15,3 г/дм<sup>3</sup>, характеризуются подземные воды эффузивно-осадочных образований коконьской свиты (С<sub>1</sub>t<sub>2-v1</sub> kk) при сульфатно-хлоридном составе. Сходный химический состав при повышенной жесткости характерен и для подземных вод, приуроченных к туфогенно-осадочной толще кокпектинской свиты (С<sub>1</sub>s kp). При незначительной глубине залегания уровня иногда фиксируется хлоридный состав.

Имеются немногочисленные сведения нисходящих родниках, разгрузка которых в горной местности связывается наличием водоносных разломов. Опробование показывает, что подземные воды этих водопроявлений относятся к пресным с минерализацией 0,1-0,2 г/дм<sup>3</sup> и характеризуются сульфатным и гидрокарбонатным составом.

Подземные воды регионального бассейна подземного стока характеризуются напорно-безнапорным гидравлическим характером фильтрационных потоков. На внешних участках испытательной площадки Балапан, приуроченных к дренируемым формам рельефа, уровень подземных вод приближается к дневной поверхности. На других участках, где развиты толщи неогеновых глин, трещинные воды приобретают пьезометрическую высоту над водоупорной кровлей. В этом случае величина напора зависит от мощности перекрывающих водоупоров и может изменяться от первых метров до 70 – 80 м. В отдельных случаях фиксируется самоизлив из гидрогеологических скважин.

Локальные гидрогеологические бассейны, характеризующиеся незначительной глубиной залегания подземных вод, не превышающей 50 м, приурочены в основном к делювиально-пролювиальным отложениям долин, предгорных шлейфов среднечетвертичного-современного возраста (Q<sub>II-IV</sub>) и аллювиально-пролювиальными отложениями позднечетвертичного-современного возраста (Q<sub>III-IV</sub>), принимающих участие в строении надпойменных террас р. Шаган.

По результатам режимных наблюдений установлено, что основным источником радиоактивного загрязнения поверхностных водных объектов являются подземные воды, разгружающиеся в реку Шаган на территории площадки Балапан. Характерной особенностью водоносного горизонта площадки Балапан является то, что на большей ее части территории водоносный горизонт располагается под водоупорными глинами неогена. Поверхность кровли водоносного горизонта имеет весьма сложную конфигурацию из-за невыдержанной мощности водоупорных глин, достигающей 70 м, что определяет сложный характер взаимодействия подземных и поверхностных вод, плохо поддающийся схематизации для целей прогнозных гидродинамических расчетов.

Анализ данных мониторинга показывает, что необходимо дальнейшее изучение гидрогеологических условий в районе месторождения «Каражыра» и прилегающей территории с целью прогноза изменения гидрогеологических условий долины р. Шаган под влиянием горных работ по добыче угля сырья.

### Литература

1. Актуальные вопросы радиоэкологии Казахстана. Выпуск 1. Радиоэкологическое состояние «северной» части территории Семипалатинского испытательного полигона /под рук. Лукашенко С.Н.// – Павлодар: Дом печати, 2010. – 234 с.: ил. 24 с. – Библиогр. С. 224–231
2. Быкова А.А. Гидрогеологические режимные наблюдения на участке отработки угля месторождения «Каражыра» (Республика Казахстан)// Труды XVI Международного симпозиума имени академика: Проблемы геологии и освоения недр. - Томск, 2012 - Т.1 – С 430–432.
3. Субботин С.Б. Влияние радиоактивного загрязнения подземных вод на радиоэкологическую обстановку бывшего Семипалатинского испытательного полигона. Диссертация на соискание канд. геол.-мин. наук. –Москва, 2014

## ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ РАСЧЁТОВ ПРИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИИ

**А.А. Самушева**

Научные руководители профессор В.К. Попов, доцент Е.Ю. Пасечник

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

В целом неравновесный характер системы воды-порода в верхней части земной коры геологам хорошо известен. Он проявляется в разрушении водой горных пород и образовании новых минеральных фаз и целых зон вторично измененных пород [6]. Порода является постоянным и безграничным источником химических элементов, которые в твердой вазе являются инертными и только с помощью воды вовлекаются в активное взаимодействие. При этом вода непрерывно поступает в горную породу из внешнего источника – атмосферных осадков, пополняемых за счет климатического круговорота [4].

В настоящий момент теория взаимодействия воды с горными породами относительно детально разработана с общих геохимических позиций, экспериментального моделирования, физико-химического моделирования