ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТЕРРИТОРИИ СОРЬИНСКОГО ХВОСТОХРАНИЛИЩА

И. А. Бичукина [1], Л. П. Парфенова [2], О. А. Копенкина [2]

[1] ОАО «Святогор», Свердловская обл., г. Красноуральск
[2] Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург

Сорьинское хвостохранилище, принадлежащее ОАО «Святогор», образовано в пойме р. Сорья путем возведения плотины из суглинка и предназначено для складирования хвостовой пульпы, осветления промышленных стоков сернокислотного и металлургических цехов, хозяйственно-бытовых и сточных вод с территории промышленной площадки, а также использования оборотной воды для промышленного водоснабжения, главным образом обогатительной фабрики.

Хвостохранилище построено в 1963–1964 гг. и является гидротехническим сооружением II класса. Оно расположено в северо-восточной части промплощадки ОАО «Святогор» на расстоянии 0,8 км от обогатительной фабрики и в 2 км на восток от г. Красноуральска. Хвостохранилище разделено дамбой на хранилище хвостов обогащения и фосфогипсовый отстойник. Последний в настоящее время не эксплуатируется в связи с закрытием суперфосфатного цеха. Общая площадь, отведенная под хвостохранилище, составляет 500 га, площадь фосфогипсового отстойника — 200 га, полезный объем хвостохранилища 37,5 млн. м^3 при проектной отметке гребня 208,5 м. Максимальная высота плотины 16,5 м. Сорьинское хвостохранилище пойменного типа по месту расположения на рельефе, по способу заполнения — комбинированное. Осветленная вода из хвостохранилища в основном возвращается в технологию производства. Для отвода в р. Сорью дебалансовых, фильтрационных вод и атмосферных осадков с прилегающей территории построен водоотводной канал.

В гидрогеологическом отношении район исследований расположен в пределах Большеуральского сложного бассейна корово-блоковых (пластово-блоковых и пластовых) безнапорных и субнапорных подземных вод. Подземные воды развиты повсеместно и приурочены к верхней трещинной зоне коры выветривания порфиритов и кварцевых диоритов. Гидрогеологические условия территории определяются набором факторов, т. е. природных обстановок, способствующих формированию гидродинамических и гидрохимических особенностей подземных вод, основные из которых: физико-географические, геологические, физико-химические, биологические, а также искусственные или техногенные [Мироненко и др., 1988].

Физико-географические факторы определяют общую природную ситуацию. Это, прежде всего, *климатические особенности* территории в целом. Соотношение нормы осадков и испарения в изучаемом районе характеризуют его как избыточно увлажненный, что определяет преимущественно атмосферное питание подземных вод и увеличивает масштабы процессов растворения водовмещающих пород. В этих климатических условиях формируются грунтовые воды выщелачивания. Они имеют преимущественно гидрокарбонатный состав и отличаются низкой минерализацией. В газовом составе преобладает свободная углекислота. Особенности *рельефа*, выражающиеся в слабой расчлененности территории, проявляются здесь в интенсивном ее заболачивании, также способствующем высокой степени увлажненности пород зоны аэрации.

Следующим важным физико-климатическим фактором является *гидрография* территории. Довольно высокая густота речной сети увеличивает интенсивность водообмена в верхних частях разреза, но слабая врезанность речных долин, отнесенных к 3–5 порядкам, затрудняет связь поверхностных и подземных вод, снижает дренирующую роль рек. Параметр несовершенства речных долин (ΔL) района достигает сотен метров. С момента строительства Сорьинского хвостохранилища (1955 г.) до настоящего времени изменился режим р. Сорьи в связи с введением в строй системы выпусков сточных вод Красноуральского медькомбината (ОАО «Святогор»). В целом эти изменения привели к **повышению нагрузки на существующую гидросеть**, увеличивая ее естественный сток дополнительными объемами сточных вод, ливневых вод с территории промплощадки, а также фильтрационных вод Сорьинского хвостохранилища.

Таким образом, влияние физико-географических факторов с момента строительства до настоящего времени по своей совокупности мало изменилось, и можно считать их характеристики постоянными, за исключением состояния современной гидросети.

Геологические факторы формирования гидрогеологических условий территории хвостохранилища определяются литологией горных пород, слагающих ее, а также особенностями строения этой площади. Согласно геологической карте, территория хвостохранилища сложена в основном эффузивными породами, перекрытыми сверху маломощным чехлом современных четвертичных отложений. По данным бурения инженерно-геологических скважин, максимальная глубина которых не превышала 10 м, сверху вниз площадка будущего хвостохранилища сложена насыпными грунтами в виде пиритных и кварцевых хвостов, в основном пылеватых, мощностью 0,3–2,8 м. Ниже залегают суглинки тяжелые пылеватые делювиального генезиса мощностью от 1,0–3,9 м. Далее по разрезу кора выветривания коренных пород общей вскрытой мощностью от 0,3 до 5,7 м, которая сверху сложена плотными каолинизированными глинами, переходящими в дресвяно-глыбовую зону рассланцованных плагиоклазовых порфиритов. Кровля коры выветривания в северо-восточной части площади залегает на отметках 202–205 м, а в юго-западной имеет отметки 212–215 м, при этом глинистая ее часть занимает практически всю площадь изысканий. Таким образом, основной особенностью геологического строения территории Сорьинского хвостохранилища является преимущественно **глинистое строение верхней части разреза, что в целом резко снижает риск загрязнения подземных вод с поверхности**.

Другой особенностью геологического строения территории является *химический состав коренных пород*. Принадлежность к зеленокаменному поясу, связанному с колчеданоносностью, накладывает на коренные породы — порфириты, кварцево-серицитовые сланцы и вторичные кварциты, повышенную рудоносность, проявляющуюся в основном в повышенном содержании в них пирита. Это обстоятельство в условиях формирования химического состава подземных вод меняет их химический тип от преимущественно гидрокарбонатного до сульфатно-гидрокарбонатного или гидрокарбонатно-сульфатного. По данным изысканий первой очереди хвостохранилища, проведенных ГПИ «Водоканалпроект» в 1955 г., в пределах территории участка было выделено два постоянно действующих водоносных горизонта. Один был приурочен к аллювиальным отложениям и имел спорадическое распространение, второй — к коре выветривания порфиритов и кварцевых диоритов, и характеризуется площадным распространением. Воды первого водоносного горизонта на глубине 2–15 м были сосредоточены в аллювиальных отложениях речных долин. На момент изысканий под строительство Сорьинского хвостохранилища средняя глубина до уровня подземных вод на большей части площадки превышала 10 м. Воды второго водоносного горизонта ориентировочно залегали на глубине 40–80 м. На момент первичных изысканий подземные воды аллювиального горизонта отличались высоким качеством и использовались в питьевых целях местным населением. Данных о качестве подземных вод второго горизонта нет, т. к. они не были вскрыты инженерно-геологическими скважинами в ходе изысканий. Современные данные, полученные в результате гидрохимического опробования наблюдательных скважин системы экологического мониторинга ОАО «Святогор», показывают, что подземные воды первого от поверхности горизонта подземных вод, приуроченного к коре выветривания коренных пород, на прилегающей к хвостохранилищу территории приобрели местный напор от 10 до 20 м, а их химический состав стал сульфатным кальциевым, минерализация до 2 г/дм^3 [Бичукина и др., 2005].

Физико-химические факторы формирования гидрогеологических условий территории Сорьинского хвостохранилища следует разделить на две группы. В первую группу входят процессы, происходящие при взаимодействии в системе «подземные воды – горные породы». Благодаря действию геологических факторов, в этой системе происходят процессы окисления практически нерастворимых сульфидов в сульфаты, что в конечном итоге приводит к смене химического типа подземных вод. Результаты этого процесса вне действия искусственных факторов, которые имеют место на промплощадке, хорошо изучены в ходе гидрохимического опробования колодцев и частных скважин в городской черте Красноуральска, имеющей схожее геологическое строение. Большая часть точек опробования (14 из 17 точек) свидетельствует, что химический состав подземных вод

первого от поверхности водоносного горизонта имеет гидрокарбонатно-сульфатный тип на фоне низкой общей минерализации (0,2–0,8 г/дм^3) и околонейтральной реакции среды (pH 7–7,5). Концентрация металлов в подземных водах в пределах города не превышает ПДК для питьевых вод [Бичукина и др., 2005]. Эти данные подтверждают, что природные физико-химические процессы, происходящие в системе «подземные воды – горные породы», контролируют химический тип подземных вод, меняя его с гидрокарбонатного на гидрокарбонатно-сульфатный, но не приводят к процессам их загрязнения солями тяжелых металлов.

Вторая группа факторов физико-химической направленности проявляется в ходе взаимодействия в системе «фильтрационные воды – грунты, слагающие тело дамб обвалования». Несмотря на высокую анизотропию фильтрационных свойств пород, слагающих тело дамб обвалования, в целом они обладают низкой проницаемостью и значительно снижают скорость движения фильтрационного потока, увеличивая при этом время взаимодействия воды и грунтов. Это приводит к улучшению химического состава фильтрационных вод в сравнении с исходным составом жидких стоков в самом хвостохранилище. В подтверждение этому можно привести сравнительный анализ химического состава фильтрационных вод, изученных в результате гидрохимического опробования скважин-пьезометров. Фильтрационный поток, формирующийся в теле дамбы обвалования со стороны «мокрого» откоса, в верхнем пьезометре имеет всегда большее значение общей минерализации, которое в нижнем пьезометре снижается практически вдвое. Кроме общей минерализации меняется в сторону снижения концентрация макрокомпонентов. Вследствие неоднородности сложения дамбы хвостохранилища химический состав воды в пьезометрах весьма разнообразен. Он меняется от гидрокарбонатного натриевого, гидрокарбонатного магниевого до сульфатного кальциевого. Причем сульфатный кальциевый состав явно преобладает (в 15 из 21 пробы). По минерализации фильтрационные воды изменяются от пресных (в г/дм^3) — 0,18 до соленых — 1,39. Содержание тяжелых металлов (в мг/дм^3) в этих водах составляет: цинка 0,057–0,723; свинца 0,004–0,041; меди 0,002–0,082; мышьяка 0,01–0,07; кадмия 0,0002–0,0029. Наиболее контрастный по устойчиво высоким содержаниям металлов фильтрационный поток формируется со стороны отстойника фосфогипса. Состав фильтрационного потока определяется, с одной стороны, химическим составом жидких шламов, который практически постоянен во времени, а с другой — фильтрационными характеристиками грунтов, слагающих дамбу, а также не поддающимся точному учету техническим состоянием самих пьезометров.

Литература:

Мироненко В.А., Мольский Е.В., Румынин В.Г. Изучение загрязнения подземных вод в горнодобывающих районах. Л.: Недра, 1988. 279 с.

Бичукина И.А., Парфенова Л.П., Копенкина О.А. Прогноз качества подземных вод в зоне влияния шламохранилищ медеплавильных комбинатов // Мат-лы / Международной науч.-техн. конф. «Безопасные и дружественные окружающей среде технологии в горнорудной промышленности» Польша, Люблин, 2005 г.