Записки Ленинградского Горного Института, том XIII, вып. 2, 1940
Annales de l'Institut des Mines à Leningrad, vol. XIII, liv. 2, 1940

К вопросу об условиях залегания подземных вод в горных районах Западного Забайкалья

Инж. *Цыдэн Дондабэ*

Zur Frage des Grundwasservorkommens in den Bergwerksbezirken des westlichen Sabajkalja

Ing. *Dondabe*

Введение

Западное Забайкалье, имея богатейшие месторождения редких металлов, ряд точек с полиметаллическими оруденениями и др., является одним из перспективных районов для развития горно-рудной промышленности. В связи с освоением этого нового горно-промышленного района разрешение вопросов водоснабжения промышленных предприятий и населенных пунктов ставится в порядок дня со всей актуальностью.

В настоящей статье попытаемся дать общую характеристику условий залегания подземных вод в горных районах Западного Забайкалья на основе данных разведки и эксплоатации некоторых месторождений.

В орографическом отношении Западное Забайкалье представляет среднегорную страну с довольно резко расчлененным рельефом. Водораздельные хребты, разделяющие бассейны главных рек, имеют в среднем абсолютные высоты 1800—2000 *м*, а относительные превышения их над уровнем речных долин находятся в пределах от 600 до 800 *м*.

Долины главных рек довольно хорошо разработаны, местами представляют обширные луга, а водораздельные хребты почти сплошь покрыты тайгой. Водораздельные хребты и речные долины имеют довольно выдержанное широтное направление. Эти основные орогидрографические элементы в свою очередь расчленены эрозией на ряд второстепенных хребтов с крутыми склонами и плоскодонных речных долин (падей) меридионального направления. Здесь относительные превышения водораздельных гребней над речными долинами второго порядка колеблются в пределах 300—500 *м*.

Климат района суровый, континентальный. Продолжительность зимнего периода велика, около 5—6 месяцев (со второй половины октября до второй половины апреля). Лето короткое, около 3,5—4,0 месяцев. Заморозки начинаются в августе. Ручьи и реки района промерзают во второй половине октября, а вскрываются в апреле. Среднегодовая температура воздуха колеблется от минус 2,5 до минус 3° С в долинах и еще ниже в верхних участках долин. Количество осадков за год изменяется от 300 до 450 *мм*. Осадки выпадают преимущественно летом. Довольно часты грозовые явления. Снеговой покров незначителен. Обычно он не превышает 10—15 *см*.

В геологическом строении района принимают участие главным образом кристаллические породы, среди которых подчиненным развитием пользуются нормально осадочные породы различных состава и возраста. Изверженные породы

района делятся на две группы: на глубинные массивнокристаллические — граниты, сиениты, диориты и др., и на излившиеся — главным образом базальты и их лавы. Из осадочных пород наиболее древними являются кристаллические известняки, конгломераты и песчаники кембрия. Нормально осадочные породы юрско-мелового и третичного возрастов представлены песчано-глинистыми породами с пластами угля, красноцветными конгломератами и песчаниками. Современные рыхлые отложения представлены аллювием и делювием, имеющими в зависимости от элементов рельефа повсеместное распространение.

Резко расчлененный рельеф местности, суровый климат и геологическое строение района обусловливают весьма своеобразные гидрогеологические условия. Характерной особенностью горных районов Западного Забайкалья является наличие вечной мерзлоты, или мерзлой зоны. Здесь мерзлая зона имеет почти повсеместное распространение, лишь местами прерываясь островками таликов.

В распределении мерзлой зоны наблюдается строгая закономерность, зависящая от рельефа местности, ориентировки склонов водораздельных хребтов по странам света, направления речных долин и почвенно-растительного покрова. По нашим данным, северные, северо-западные, северо-восточные склоны водораздельных хребтов, дно долины в верховьях, как правило, захвачены многолетней мерзлотой. На южных и юго-западных склонах мерзлота часто отсутствует, особенно в таких случаях, когда эти места свободны от лесной растительности. В ряде случаев мерзлота встречена и на южных склонах, но мощность ее здесь незначительна.

В речных долинах меридионального направления зона мерзлоты имеет более или менее симметричное распространение как по площади, так и по глубине, а в долинах широтного и близких к нему направлений симметричность в распределении мерзлоты нарушается. Максимальное развитие зоны мерзлоты приурочивается к затененному склону долины. Кроме того распространение мерзлоты находится в прямой зависимости от почвенно-растительного покрова.

В нашем районе лесопокрытая площадь в большей части захвачена мерзлой зоной. В пределах распространения мерзлой зоны преимущественно растут из хвойных пород — лиственницы по затененным склонам водоразделов и „богульники“; [1] из лиственных по дну долины: карликовые березы, тальник и другие мелкие виды древесных растений. Наличие торфяно-мохового покрова является одним из благоприятных условий для развития мерзлой зоны.

Глубина залегания верхней и нижней поверхности мерзлой зоны также зависит от перечисленных выше факторов. По нашим данным, глубина залегания верхней поверхности мерзлоты колеблется от 0,20—0,50 до 1,0 *м*; реже до 2,0—3,0 *м*, а нижняя поверхность от 5,0—6,0 до 20—30 *м*, иногда более. Таким образом, мощность мерзлой зоны — от нескольких единиц до 2—3 десятков метров.

Современные рыхлые отложения, представленные аллювием и делювием, в горных районах в большинстве своем скованы многолетней мерзлотой, лишь часть их остается талой там, где отсутствует мерзлота или же мощность последней незначительна.

Подземные воды района в зависимости от их приуроченности к тем или иным геологическим образованиям делятся на три типа: 1) аллювиальные, 2) трещинные и 3) пластовые. По отношению к мерзлой зоне они могут быть разделены на: а) надмерзлотные и б) подмерзлотные воды, по классификации Н. И. Толстихина. Межмерзлотных вод нами пока еще не встречено.

Аллювиальные и трещинные воды являются более распространенными типами вод в районе, а тип пластовых имеет весьма ограниченное распространение. Имеются сведения о наличии карстовых вод в пределах развития известняков.

Надмерзлотные воды пользуются повсеместным распространением. Они приурочены к делювиальному покрову склонов, к верхнему слою аллювиальных отложений долин, часто к торфяно-моховому покрову и к коре выветривания кристаллических пород. В последнем случае мы имеем дело с надмерзлотными трещинными водами. Подстилающим водоупорным горизонтом для всех этих вод служит мерзлая зона. Поэтому область распространения их более или менее

[1] Местное название кустарника из семейства *Rododendron*.

совпадает с областью распространения мерзлой зоны. Мощность водоносного горизонта невелика. Она колеблется от 0,20 до 1,0 *м*, а иногда и больше. Зеркало этих вод часто сливается с зеркалом поверхностных вод, особенно в случае заболоченной местности.

Надмерзлотные воды имеют временную циркуляцию (май — октябрь), а зимою промерзают. При промерзании надмерзлотных вод зимою (декабрь — март включительно) наблюдается образование грунтовых наледей и бугров пучения по дну долин с временно (зимою) действующими источниками. Обычно такие наледи образуются в одном и том же месте на определенном участке долины или у подошвы склона из года в год. О мощности зимних источников можно судить по величине наледей. Иногда они достигают значительных, по местным условиям, размеров порядка до 1500—2000 $м^2$, но величина их по отдельным годам не одинакова. Очевидно, интенсивность источника зависит от мощности летнего протаивания надмерзлотного слоя, количества и характера выпадающих осадков. Зимние источники, образующиеся за счет надмерзлотных вод, наиболее интенсивно действуют в первой половине зимы (декабрь — январь), к весне иссякают. Летом надмерзлотные воды также образуют наибольшие источники там, где надмерзлотный водоносный горизонт вскрыт. Эти источники протекают в виде ручейков и речек по дну овражков и ложбинок в горных местностях и дают начало быстро текущим горным речкам района.

Температура надмерзлотных вод низкая, довольно устойчивая, колеблется в пределах от плюс 0,2 до 1,8 и реже до 2° С.

Дебит надмерзлотных вод в канавках и колодцах в летнее время колеблется в пределах от 1,5—2,0 *л/мин* до 5,6—6,0 *л/мин*. Здесь наблюдается прямая зависимость дебита этих вод от атмосферных осадков. Колодцы, расположенные в наиболее возвышенных местностях, в засушливое время пересыхают. Более устойчивый дебит имеют колодцы, расположенные у подошвы затененных склонов долин.

Подмерзлотные воды приурочены к талой части аллювиальных отложений современных долин, частично к трещинам коры выветривания подстилающих аллювий коренных пород, к трещинам тектонических контактов, к тектоническим разломам и, наконец, к водоносным пластам нормально осадочных пород (конгломераты, песчаники и др.).

Водоупорной кровлей для этих вод в большинстве случаев служит мерзлая зона, а водоупорным ложем — плотная скала коренных пород в случае аллювиальных и трещинных вод и глинистые образования в случае пластовых вод. Глубина залегания водоносного горизонта колеблется в широких пределах от 3—5 до 20—30 *м* в среднем, и зависит от глубины залегания водоупорной кровли или нижней границы мерзлой зоны, если последняя служит водоупорной. Часто эти воды имеют напор. Температура воды — почти постоянная, порядка плюс 1,0 до 2,0° С.

Подмерзлотные воды имеют постоянную циркуляцию, питаются за счет атмосферных осадков, поверхностных вод и верховодки. Связь этих вод осуществляется через окна таликов и „солнопечные" борта долин. Не исключена возможность питания их за счет глубоких трещинных вод.

Разберем условия залегания и питания отдельных типов вод на основе имеющихся в нашем распоряжении материалов.

Аллювиальные подмерзлотные воды. Мощность водоносного горизонта, приуроченного к аллювиальным отложениям долин, зависит как от геологического строения долины, т. е. от мощности аллювия и от зоны трещиноватости коры выветривания подстилающих аллювий пород, так и от условий распространения мерзлой зоны в долине.

Долины горных речек характеризуются крутым падением ложа. Мощность аллювия быстро возрастает вниз по течению ручьев и небольших рек. В устьях небольших падей образуются значительной мощности (до 20—25 *м*) наносы конусов выноса, сложенные грубообломочным, плохо сортированным, слабо окатанным материалом, а в долинах значительного размера мощность аллювия возрастает постепенно от десяти до 4—5 десятков и более метров.

Ниже приводим два поперечные профиля долины с направлением на СЗ,

взятых на расстоянии около 900 *м* друг от друга на верхнем участке небольшой пади (рис. 1), и продольный профиль той же пади между этими двумя поперечными (рис. 2 и 3), взятый по правому берегу речки. Отсюда мы ясно видим взаимоотношение подземных вод с мерзлой зоной. По правому борту долины мощность мерзлоты незначительна, не более 2—3 *м*. Здесь аллювий частично скован мерзлотой. Мощность мерзлой зоны возрастает к левому борту долины; нижняя граница мерзлоты выходит за пределы аллювиальных отложений. В продольном направлении по правому борту долины подмерзлотная вода представляет непрерывный подземный поток

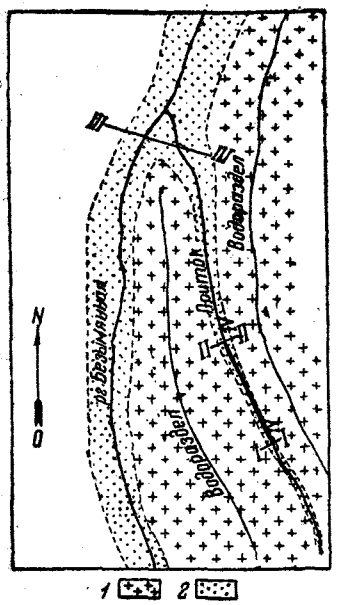


Рис. 1. Схематический план долины речки Безыменной.
1 — кристаллические породы; *2* — аллювий.

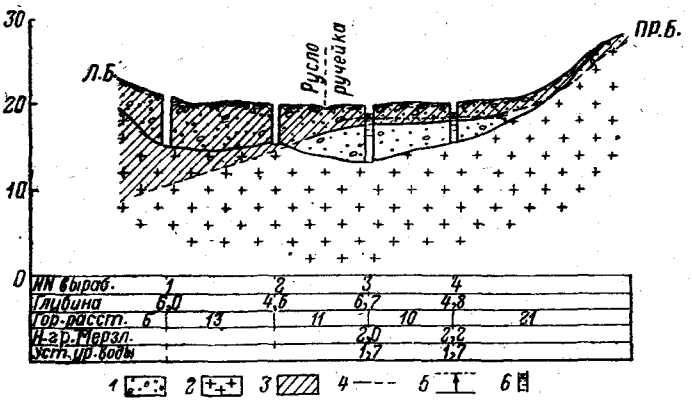


Рис. 2. Поперечный профиль долины по линии *I—I*.
1 — аллювий; *2* — коренные породы; *3* — сезонная и многолетняя мерзлота; *4* — нижняя граница мерзлоты; *5* — высота напора; *6* — установившийся уровень воды в выработках (эти же обозначения для рис. 3, 4 и 5).

(рис. 4). Выработки, расположенные по левому борту долины, не вскрыли подземных вод. Мощность водоносного горизонта небольшая.

В долинах рек с мощным аллювием мощность аллювиального водоносного горизонта достигает нескольких десятков метров (рис. 5). Здесь мерзлая зона распространена по обоим бортам долины и захватывает часть аллювия. В при-

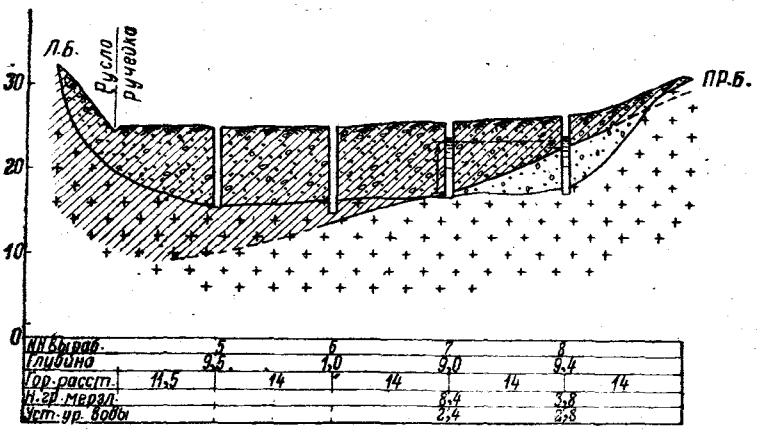


Рис. 3. Поперечный профиль по линии *II—II*.

русловой полосе долины мерзлота отсутствует. В данном случае мощность мерзлоты по обоим бортам почти одинакова.

Подземная воды дренируется рекой. Неглубокие обыкновенные колодцы, расположенные в пределах аллювиальных вод, имеют дебит от 2—5 до 10 *л/сек*.

При устройстве глубоких буровых колодцев можно ожидать дебит порядка 15—20 *л/сек*.

Физические и химические свойства аллювиальных вод, по предварительным данным, вполне удовлетворительные для питьевых и для промышленных нужд.

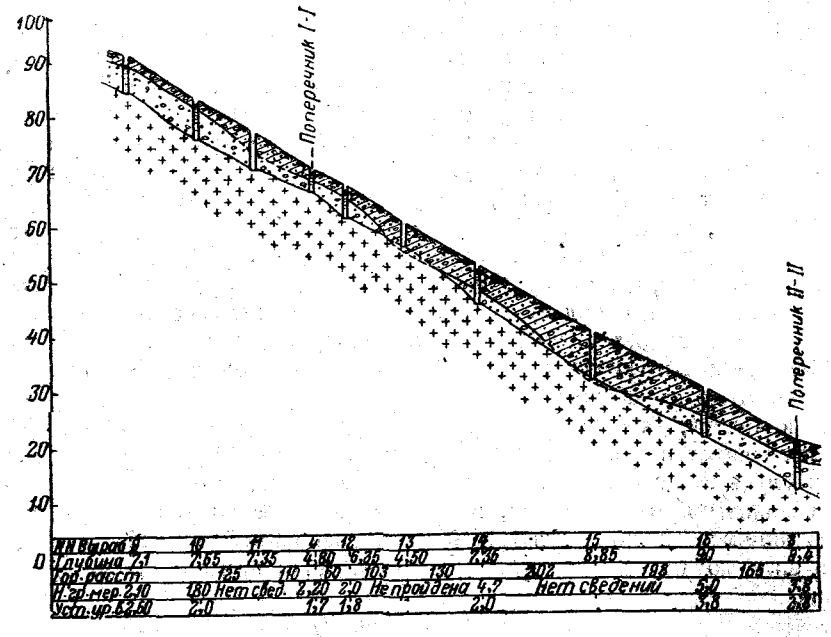


Рис. 4. Продольный профиль по линии *IV — IV*.

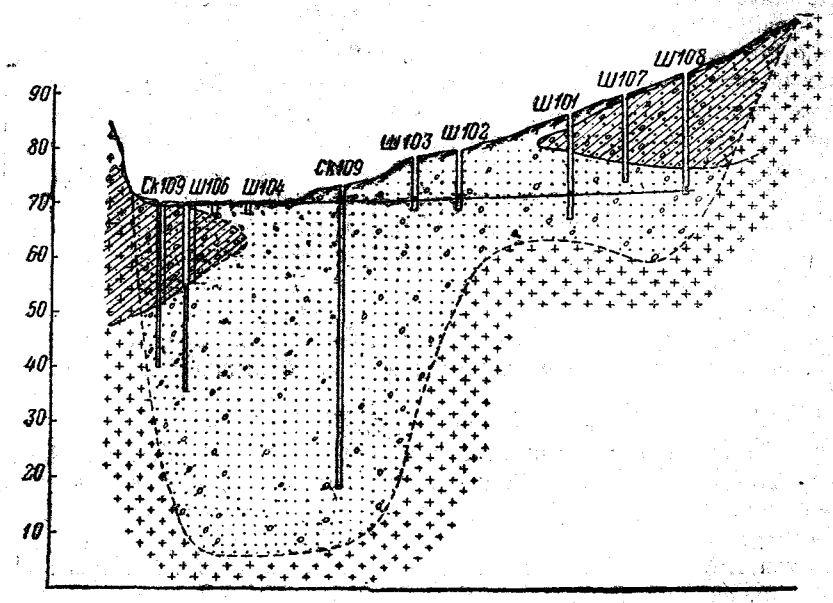


Рис. 5. Поперечный профиль по линии *III — III*.

Минерализация воды небольшая 100—200 *мг/л*. Общая жесткость колеблется в пределах от 5 до 10,5 немецких градусов, а постоянная жесткость — от 1 до 8 немецких градусов. В общем, вода может быть определена как мягкая и не содержит аммиака и серной кислоты.

Трещинные воды могут быть приурочены как к глубоким тектоническим трещинам, так и к трещинам коры выветривания и тектонических контактов. Глубокие тектонические трещины района в отношении водоносности не изучены.

Выходы группы термальных источников (пока зарегистрирована одна групп свидетельствуют о наличии глубоких восходящих термальных источников в район Очевидно, постоянно действующие пресные источники среди кристаллически пород питаются за счет глубоких трещинных вод.

Из трещинных вод известными являются воды, приуроченные главным образо к трещинам коры выветривания в области развития пород гранитной группы, а такж к трещинам коры выветривания четвертичных базальтов. Наличие трещинных во фиксируется многочисленными выходами временно действующих источников п бортам долин горных ручейков и речек. Кроме того эти воды вскрыты многочислен ными горными выработками. Трещинные воды, приуроченные к различного род метаморфическим породам, повидимому, не имеют большого практического значения

Неглубокие трещинные воды, приуроченные к коре выветривания поро гранитной группы, являются почти единственным источником водоснабжения для небольших населенных пунктов и геологоразведочных партий в условиях резко расчлененного рельефа, где поверхностные воды образуют кратковременные потоки. Глубина залегания этих вод незначительна и в среднем колеблется от 2—3 до 5—8 *м*. Область распространения их находится в большинстве случаев вне зоны многолетней мерзлоты. Неглубокие трещинные воды обычно имеют временную циркуляцию, питаются за счет атмосферных осадков.

Дебит колодцев, заложенных в пределах распространения неглубоких трещинных вод, незначителен — не более 2—3 *л/мин*.

В том случае, когда кора выветривания коренных пород залегает под мощными аллювиальными отложениями, мы имеем дело с единым водоносным горизонтом, образующимся за счет аллювиальных и трещинных вод. Из такого водоносного горизонта можно ожидать более значительного притока воды в каптажные сооружения.

Заключение

Подземные воды района мало изучены, условия залегания их весьма сложны, ресурсы ограничены.

При строительстве новых промышленных объектов строители в первую очередь встречают большое затруднение в водоснабжении промышленных предприятий и населенных пунктов даже небольшого масштаба, так как здесь поверхностные воды, питающиеся за счет атмосферных осадков и имеющие временную циркуляцию, не могут служить надежным источником водоснабжения. Ручьи и речки района протекают летом, в засушливое время пересыхают в верховьях, зимою промерзают до дна. Единственным источником водоснабжения зимою является снег.

В горных районах, где мерзлая зона имеет повсеместное распространение, надежным источником водоснабжения могут служить подмерзлотные трещинные и аллювиальные воды.

Поэтому тщательное изучение режима подземных вод, выяснение условий залегания и питания, выяснение их ресурсов, имеет большое практическое значение.

Zusammenfassung

Die Verhältnisse des Grundwasservorkommens in den Bergwerksbezirken des westlichen Transbajkaljen, wo die reichsten Lagerstätten der seltenvorkommenden Metalle vorhanden sind, sind im Zusammenhang mit dem Industrieaufschwung des Gebietes von grosser Wichtigkeit.

In diesem Artikel wird eine allgemeine Charakteristik der Verhältnisse des Grundwasservorkommens auf Grund der Schurf- und Grubenbetriebsergebnisse einiger Lagerstätten der selten vorkommenden Metalle und Goldlagerstätten gegeben.

Die Wasserversorgung des Gebietes bietet ganz erhebliche Schwierigkeiten dar. Die Bäche und Flüsse liegen im Sommer während der Dürre trocken, im Winter aber werden sie oft bis zum Boden durchgefroren. Die einzige Quelle der Wasserversorgung im Winter ist der Schnee. In denjenigen Bergwerksgebieten, wo die Gefrierzone eine allgemeine Verbreitung hat, können die sich unter der gefrorenen Zone befindlichen Brüche und die Alluvialgewässer als eine zuverlässige Quelle der Wasserversorgung benutzt werden.

ЛЕНИНГРАДСКИЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ ГЛАВНАЯ БИБЛИОТЕКА