

Лекция 9

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ
ВОД ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ИХ ОХРАНА
В УСЛОВИЯХ КРИОЛИТОЗОНЫ**

Значение водоснабжения в криолитозоне за счет подземных вод существенно возрастает, так как зимой в реках резко сокращается или полностью исчезает поверхностный сток.

С. М. Фотиев (1978) провел районирование криолитозоны по перспективности использования этих вод для водоснабжения (рис. 1). Им выделены районы высокоперспективные, перспективные, ограниченно перспективные, слабоперспективные.

К высокоперспективным отнесены районы, в пределах которых пресные подземные воды могут быть получены практически в любом пункте. Эти районы расположены в южной геокриологической зоне в условиях островного и прерывистого распространения мерзлых толщ. В зоне сплошного распространения последних к ним отнесена часть Якутского АБ.

Перспективными являются районы, в пределах которых пресные воды глубокого стока в недрах бассейнов распространены не повсеместно, а грунтовые воды могут быть получены почти в любой речной долине. К этим районам приурочены криогенные ГГС с прерывистым распространением мерзлых толщ. В ГСО к ним относятся также территории с контрастными новейшими движениями, амплитуда которых превышает 500 м. В таких районах ниже мерзлых толщ находятся породы, содержащие преимущественно пресные подземные воды (артезианские, трещинные воды зоны криогенной дезинтеграции и др.). Благоприятными являются возможности использования аллювиальных вод крупных, средних и даже малых рек с отсутствием стока зимой. К таким районам относятся: Байкальская, Забайкальская, Саяно-Алтайско-Енисейская ГСО и др. (см. рис. 1).

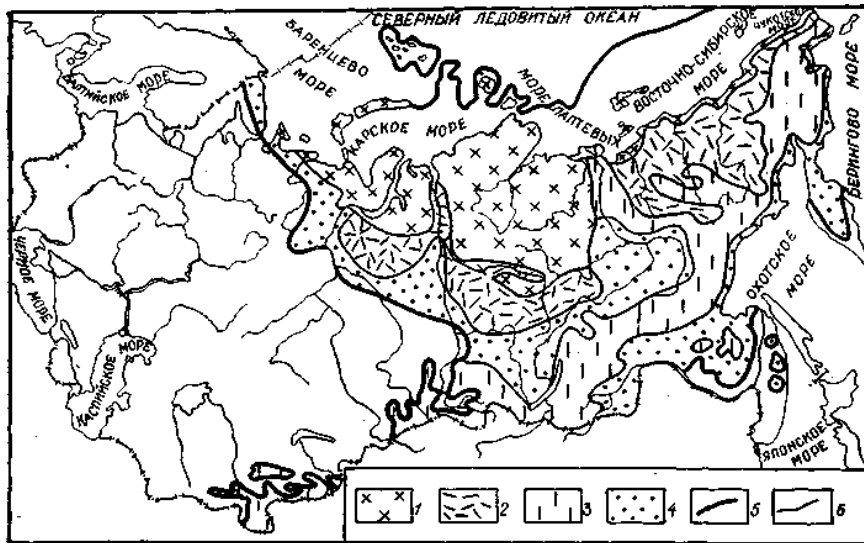


Рис. 1. Карта районирования криолитозоны по перспективам использования подземных вод для водоснабжения (по Фотиеву, 1978 с небольшими уточнениями): 1 — районы слабо перспективные, 2 — ограниченно перспективные, 3 — перспективные, 4 — высоко перспективные, 5 — южная граница распространения ММП, 6 — границы районов

В горных районах условия использования аллювиальных вод для водоснабжения улучшаются от верховьев вниз по долинам рек. Происходит это за счет увеличения мощности аллювиальных грубообломочных отложений, водности рек и размеров подрусовых и пойменных таликов, возрастания расходов грунтовых потоков, стабильности их режима зимой. Значительные расходы потоков аллювиальных вод, высокие фильтрационные свойства пород, возможность сооружения недорогих, удобных в эксплуатации водозаборов, приуроченность потребителей (поселков, горнорудных предприятий и др.) к долинам — все это делает рассматриваемые воды удобным, надежным и дешевым источником водоснабжения. Недостатком является их высокая подверженность загрязнению.

Воды глубокого подмерзлотного стока (трещинные, пластово-трещинные, пластово-поровые и др.) в таких условиях также можно использовать для водоснабжения. Однако иногда они имеют повышенную минерализацию и ограниченные естественные запасы. Водоотдача пород

невысока. Это является следствием их значительной изоляции от поверхностных вод мерзлыми толщами сплошного распространения. Последние обычно надежно предохраняют эти воды от загрязнения. Часто при постановке на них водоснабжения зимой начинают срабатываться их эксплуатационные запасы. Это ставит вопрос об их искусственном восполнении в летний период. Наиболее устойчивыми источниками водоснабжения являются трещинно-жильные воды тектонических нарушений, особенно в местах их разгрузки на поверхность через подрусловые, пойменные, гидрогеогенные напорно-фильтрационные талики. Недостатком является их сильная локализация и часто удаленность от потребителей.

Районы ограниченно перспективные для получения пресных подземных вод приурочены к территории со сплошным преимущественно глубоким многолетним промерзанием пород. Они выделяются в АО главным образом в южной подзоне северной геокриологической зоны, где ниже яруса мерзлых пород часто существуют ярусы охлажденных пород с солеными водами, и в ГСО в пределах всей северной геокриологической зоны.

Для водоснабжения в рассматриваемых районах могут использоваться аллювиальные воды в несквозных (реже сквозных) пойменных и подрусловых таликах под средними и крупными реками. На малых реках талики зимой обычно не образуют выдержанной полосы, а разобщаются на систему изолированных ванн. Здесь постановка водоснабжения за счет аллювиальных вод обычно невозможна, за исключением редких мест разгрузки в аллювий вод подмерзлотного стока.

Районы слабоперспективные в отношении использования пресных подземных вод для водоснабжения входят в северную геокриологическую зону. Они включают Анабарский КГМ сверхглубокого промерзания и криогенные ГГС платформенного типа (Путорана).

О ПОИСКАХ И РАЗВЕДКЕ ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

В пределах территории, где распространены ММП, существуют почти все основные типы месторождений пресных подземных вод. Это месторождения грунтовых вод речных долин (широких, узких и погребенных), трещинно-карстовых вод в карбонатных породах, напорных вод АБ платформенного типа и межгорных АдаБ ГСО, песчано-галечных отложений конусов выноса и трещинно-жильных вод зон тектонических нарушений.

При островном и массивно-островном распространении ММП приемы поисков и разведки месторождений пресных подземных вод практически не отличаются от применяемых вне криолитозоны. В условиях распространения прерывистых и сплошных мерзлых толщ они приобретают определенную специфику.

В процессе поиска месторождений пресных подземных вод особенно в ГСО, широко применяется изучение и картирование наледей как естественных проявлений грунтовых вод и подземных напорных вод глубокого стока, указывающих на их наличие, качество, количество и особенности режима. Наледи могут рассматриваться как поисковый критерий месторождений подземных вод криолитозоны. С использованием наледей производится оценка естественных ресурсов подземных вод.

При прогнозе должны быть рассмотрены возможные изменения мерзлотных условий под влиянием эксплуатации подземных вод, а также в результате других видов хозяйственной деятельности. В числе обязательных необходимо рассматривать вопросы возможного новообразования ММП в таликах или их протаивания.

При разведке месторождения (как на предварительной, так и на окончательной стадиях) должна оборудоваться режимная сеть наблюдательных скважин, гидрологические посты на реках, полигоны для наблюдения за режимом наледообразования. Задачей режимных наблюдений, которые начинаются с началом разведки и продолжаются в течение всего периода эксплуатации, является установление режима подземных вод в естественных и нарушенных условиях, изменения мерзлотной обстановки и

проверка мерзлотного прогноза. Только на основе анализа данных режимных наблюдений можно проводить корректировку эксплуатационных запасов и проектировать мероприятия по их искусственному восполнению.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Каптажные сооружения (колодцы) в суровых мерзлотных и климатических условиях часто необходимо обогревать, предохраняя от зимнего промерзания, что особенно опасно при сильной сработке аллювиального подрусового водоносного горизонта. Для эксплуатации шахтного колодца достаточно иметь над ним отапливаемое сооружение. Для каптажных галерей необходим их обогрев по всей длине. Часто для этого применяются паропроводы со сбросом конденсата. Однако такая система дорогостоящая и неблагоприятная в эксплуатационном отношении: поступление пара приводит к развитию организмов, разрушающих деревянные конструкции галерей.

Более удобны в эксплуатации низкотемпературные электронагреватели (греющие кабели и панели), управление работой которых легко автоматизируется.

Благоприятным фактором при эксплуатации аллювиальных вод русловых и пойменных таликов является полное восстановление их запасов в летнее время, неблагоприятным — подверженность загрязнению. Источниками загрязнения наиболее часто являются промывочные отходы при разработке россыпных месторождений цветных металлов и золота, бытовые отходы поселков и городов, сброс промышленных вод различными предприятиями (горно-обогатительными и целлюлозными комбинатами, фабриками и т. д.).

В условиях прерывистого распространения ММТ инфильтрация атмосферных осадков часто происходит на междуречьях, а разгрузка подземных вод в долинах рек (Забайкальская ГСО, Чульманский АдАБ). Поэтому гражданское и промышленное строительство на дождеважно-радиационных таликах приводит к появлению здесь источников загрязнения, влияющих на качество аллювиальных вод в долинах. Это необходимо

учитывать при выборе места водозаборов, проектировании и строительстве канализационных сооружений в поселках, при создании водоохраных зон.

Водоснабжение за счет вод глубокого подмерзлотного стока производится как в АБ платформ, так и в ГСО. Подземные воды эксплуатируются при помощи скважин, проходящих мерзлую толщу и углубляющихся в водоносные слои.

Важной особенностью использования подмерзлотных вод является необходимость предотвращения замерзания разведочных, эксплуатационных и наблюдательных (режимных) на воду скважин. Это достигается:

1) непрерывной откачкой воды. Иногда даже при кратковременной остановке откачки вода в стволе скважины замерзает;

2) подогревом воды в стволе скважины как в период проведения откачки, так и при остановке. Для подогрева применяются специальные электронагревательные кабели;

3) замещением воды незамерзающей жидкостью в стволах наблюдательных или консервируемых скважин. Иногда для этих целей воду в скважинах подсаживают или заменяют рассолом.

Воды подмерзлотного стока в целом слабо подвержены промышленному загрязнению. Соблюдение простейших санитарных норм при их отборе делает эти воды весьма благоприятными в санитарном отношении. Однако места их выхода строго локализованы и обычно удалены от промышленных объектов и поселков. В настоящее время нет опыта каптажа таких вод для крупных водозаборов.

Воды несквозных и сквозных таликов под термокарстовыми озерами эксплуатируются скважинами в засушливых районах Центральной Якутии, где отсутствуют другие источники водоснабжения. Ранее указывалось, что эти воды имеют сложный химический состав, иногда повышенную минерализацию.

ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПОЛНЕНИЕ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Увеличение запасов аллювиальных вод грунтово-фильтрационных таликов возможно путем проведения ряда мероприятий, которые направлены на увеличение степени обводненности таликов в водно-критический период, а иногда и на расширение их размеров. А. И. Калабин (1960) рекомендует для увеличения запасов аллювиальных вод грунтово-фильтрационных таликов на участках их использования применять следующие способы.

1. Устройство нескольких неглубоких (висячих) перемычек из суглинка, находящихся выше водозаборов и прорезающих верхнюю, обычно наиболее водопроницаемую часть аллювиальных отложений. Этим создается «торможение» стока этих вод. При этом предусматривается комплекс мероприятий, обеспечивающий уменьшение промерзания талика, а по возможности и его расширение (снегозадержание и др.).

2. Искусственное увеличение или создание водоносных грунтово-фильтрационных таликов выше водозаборов при помощи оттаивания ММП фильтрационно-дренажными, гидроигловыми или другими способами, а также путем сброса горячих вод от электростанций или других промышленных предприятий. Последнее мероприятие хорошо предохраняет водозаборы от замерзания.

3. Создание техногенного несквозного талика (рис. 2) со статическими запасами воды, ежегодно срабатываемыми зимой и восполняемыми в теплое время года.

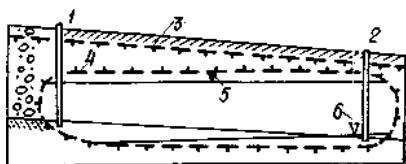


Рис. 2. Схема искусственного несквозного талика для магазинирования подземных вод: 1 — водоприемная скважина, 2 — водоотборная скважина, 3 — подошва СТС, 4 — граница ММП, 5—6 — максимальный (5) и минимальный (6) уровни воды (по В. Г. Гольдтману и Л. Т. Мотрич, 1978)

4. Устройство водонепроницаемых перемычек в аллювии ниже каптажных сооружений. Такие перемычки, представляющие собой пленочные завесы или глубокие траншеи, заполненные суглинками, рекомендуется А. И. Калабиным применять при большой мощности водоносного талика.

Искусственное восполнение запасов артезианских и трещинных вод подмерзлотного стока целесообразно производить в тех случаях, когда естественное восполнение в течение года меньше количества воды, отбираемого при эксплуатации.

Для оценки эффективности искусственного восполнения запасов подмерзлотных вод А. И. Калабин предложил пользоваться коэффициентом *полезного использования объема закаченной воды*:

$$K_{II} = W_1 / JW,$$

где W - объем воды, нагнетаемой в подмерзлотный водоносный горизонт в летний период; W_1 — объем той же воды, откаченной в период эксплуатации.

ОХРАНА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Охрана подземных вод от загрязнения проводится в местах их разгрузки на участках водозаборов, а также в местах, где происходит их питание. Это особенно важно для водоносных систем с короткими циклами водообмена, в которых подземные воды движутся по хорошо промытым подземным полостям (трещинам, карстовым пустотам) или по гравийно-галечно-валунным отложениям, не содержащим дисперсного заполнителя. В таких условиях очистка подземных вод по пути их движения в породах от очагов пополнения до мест разгрузки минимальна.

В водоохраных зонах недопустим сброс технических и сточных вод, загрязнение территории промышленными и бытовыми отходами.

В местах каптажа источников подземных вод и около подземных водозаборов должны предусматриваться противоналедные мероприятия: отопление источников и поверхностных водотоков, спрямление русел и другие.

Охрана подземных вод от истощения включает в себя следующие мероприятия

1. Не допустить промерзание очагов питания подземных вод глубокого стока, т. е. радиационно-тепловых и гидрогенных инфильтрационных таликов, а также грунтово-фильтрационных таликов. Для охраны подземных вод от

истощения нужно или предусматривать сохранение естественных условий на таликах или осуществлять мероприятия по повышению температур и уменьшению глубин сезонного промерзания пород, улучшению их фильтрационных свойств.

2. Не допускать разгрузку напорных подземных вод подмерзлотного стока по системам горных выработок (скважинам, шахтам и др.), проходка которых производится в процессе разведки и эксплуатации месторождений полезных ископаемых. Стволы ликвидируемых скважин и прилегающее к ним пространство подлежат цементации (тампонированию).

Сработка естественных запасов может в будущем приводить к необратимому частичному и даже полному промерзанию водоносных горизонтов и трещиноватых зон, особенно при относительно небольших мощностях МТ с низкими среднегодовыми температурами. Таким образом, устройство крупных водозаборов потребует постановки специальных исследований, чтобы дать прогноз изменения мерзлотной, гидрогеологической и инженерно-геологической обстановки и выработать мероприятия по предупреждению отрицательных последствий.

