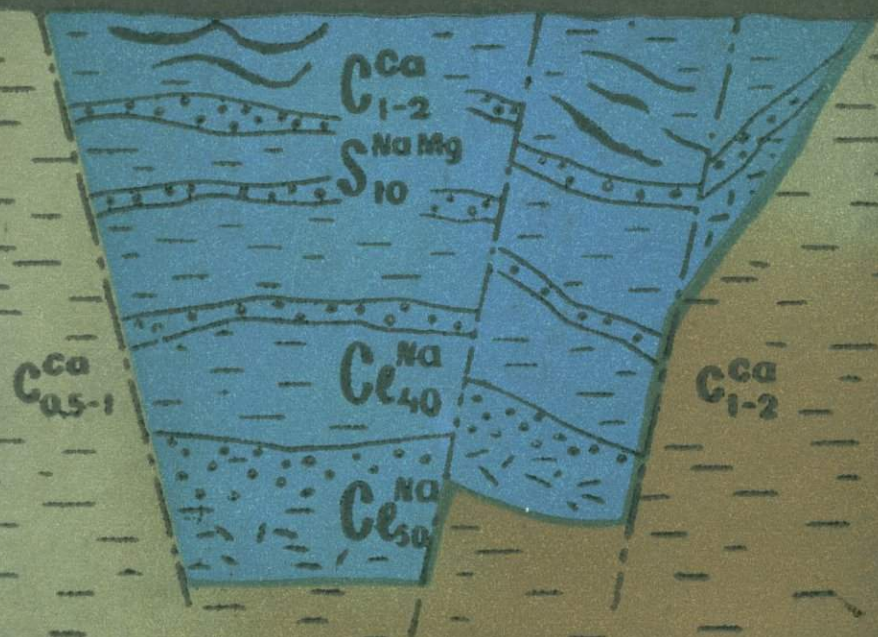


А. М. ЧЕРНЯЕВ, А. П. СИРМАН

РЕСУРСЫ
И ГИДРОХИМИЯ
ШАХТНЫХ ВОД
УРАЛА И ИХ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
В НАРОДНОМ
ХОЗЯЙСТВЕ



МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА РСФСР
УРАЛЬСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
И ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ
ЧЕЛЯБИНСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА СССР

А. М. ЧЕРНЯЕВ, А. П. СИРМАН

РЕСУРСЫ
И ГИДРОХИМИЯ
ШАХТНЫХ ВОД
УРАЛА И ИХ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
В НАРОДНОМ
ХОЗЯЙСТВЕ

ЮЖНО-УРАЛЬСКОЕ
КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЧЕЛЯБИНСК · 1976



2118

557.46

551.49

Ч—49

551.49 Черняев А. М. и Сирман А. П.

Ч—49 Ресурсы и гидрохимия шахтных вод Урала и их использование в народном хозяйстве. Челябинск, Южно-Уральское кн. изд-во, 1976.

232 с. со схем., граф. (Уральский науч.-исслед. ин-т комплексного использования и охраны водных ресурсов. Челябин. отд-ние геогр. о-ва СССР). Библиогр.: с. 228—232.

В книге описываются притоки и химический состав шахтных вод угольных месторождений Урала. Приводятся прогнозные ресурсы этих вод на 1990—2000 годы и даны рекомендации по их перспективному использованию в народном хозяйстве.

Рассчитана на специалистов в области водного хозяйства, работников проектных, научно-исследовательских и других организаций.

Ч $\frac{20804-060}{M162(03)-76}$ ЗЛ6

551.49(C17)

© Уральский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов, 1976.

ПРЕДИСЛОВИЕ

На Урале широко развита горнодобывающая промышленность. Добыча различных полезных ископаемых сопровождается откачкой большого количества подземных вод. Суточный водоотлив из наиболее крупных горных выработок превышает 800 тысяч кубометров, а общий водоотлив по угольным месторождениям — более 460 тысяч кубометров в сутки.

Наиболее крупные угольные месторождения Урала издавна разрабатываются в Челябинском, Буланаш-Елкинском, Кизеловском и Южно-Уральском бассейнах, а также в Серовском угленосном районе. В процессе добычи угля здесь откачивается значительное количество подземных вод. Часть из них используют для своих целей угледобывающие предприятия. Кроме того, откачиваемые воды месторождений, находящихся на Среднем и Северном Урале, частично используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Большая же часть их сбрасывается в водоемы и реки. Между тем сточные шахтные воды при соответствующей подготовке могут использоваться в хозяйственно-питьевых и оросительных целях.

Особое значение имеет использование шахтных вод на Южном Урале. Источников орошения здесь явно недостаточно. Это относится прежде всего к району Челябинского бурогоугольного бассейна, где находится много сельскохозяйственных угодий. В этих условиях использование шахтных стоков приобретает первостепенное значение. Еще на научно-технической конференции по комплексному использованию водных ресурсов и перспективам развития мелиорации земель в Челябинской области, состоявшейся в 1971 году, отмечалась необходимость выявления ресурсов шахтных вод для ирригации и выяснения их влияния на сельскохозяйственные культуры.

Шахтные воды угольных месторождений всесторонне изучались и угледобывающими предприятиями, и частично геологическими организациями. Однако использовать

полученные данные для оценки пригодности шахтных вод для орошения и обводнения оказалось сложным. Дело в том, что работы проводились в основном с целью изучения гидрогеологических условий эксплуатации месторождений и лишь частично с целью оценки пригодности вод для водоснабжения. Материалы, касающиеся изучения подземных вод действующих месторождений, содержатся в различных работах и многочисленных отчетах. Поэтому возникла необходимость составления сводной работы, в которой бы подводились некоторые итоги изучения сточных шахтных вод с учетом возможной перспективы их широкого и полного использования. Практическая потребность в такой работе обусловлена еще и тем, что применение шахтных вод, например, для орошения, сейчас существенно отстает от потенциальных возможностей их использования. Так, большое количество сточных вод, расположенных неподалеку от сельскохозяйственных угодий, до сих пор не находит практического применения.

С 1970 года по просьбе Челябинского облводхоза, а с 1974 года по заданию Министерства мелиорации и водного хозяйства РСФСР институт УралНИИВХ приступил к изучению сточных шахтных вод Урала. Цель изучения — дать оценку возможного обеспечения водопотребления в районе угольных месторождений и обосновать планирование дальнейших исследований в этом отношении.

Изучение шахтных вод представляет значительный научный интерес. Эти воды являются разнообразными по химическому составу, степени минерализации, они приурочены к участкам с различными геологическими и физико-географическими условиями. Залегание водоносных угленосных отложений на глубинах от нескольких метров до 4 километров делает подземные воды угольных месторождений весьма благодатным объектом для решения многих теоретических вопросов формирования вод. Наибольший интерес с этой точки зрения представляют воды Челябинского бурогоугольного бассейна.

Авторы использовали многочисленные геологические и гидрогеологические материалы, результаты собственных наблюдений и исследований, связанных с уточнением условий обводнения месторождений и качественного состава откачиваемых шахтных вод.

ОСНОВНЫЕ ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Недра Урала хранят большие запасы горючих полезных ископаемых. Здесь разведаны и эксплуатируются каменные и бурые угли, промышленные месторождения нефти и газа. Известны и многочисленные залежи торфяников.

Область обширного Уральского района по условиям формирования и угленакопления весьма своеобразна и представляет большой интерес. По выражению Б. Ф. Тарханеева (1973 г.), на Урале с различной степенью интенсивности проявились почти все этапы угленакопления, отмечавшиеся на Земле. Наиболее древние угленосные формации так называемого первого этапа сформировались на территории современных восточного и западного склонов Урала: на юго-востоке — Полтаво-Брединский угленосный район, на северо-востоке — Егоршино-Каменский бассейн, в западной и северо-западной части — Кизеловский бассейн. Угленакопления в Пермском Предуралье проявились в приполярной части Предуральского прогиба — Печорский каменноугольный бассейн.

Нижнемезозойский этап угленакопления начался со среднего триаса и продолжался с небольшими перерывами до средней юры на восточном склоне Урала. В первой фазе угленакопления образовались: Челябинский бурогольный бассейн, Буланаш-Елкинский каменноугольный район, Богословское, Веселовское и Волчанское бурогольные месторождения Серовского района (рис. 1); во второй — небольшие по размерам и глубине Орский бурогольный бассейн, Атюское и Чаканское бурогольные месторождения.

На рисунке 1 позиция 1 обозначает — нижнекаменноугольные угленосные отложения; 2 — триасово-юрские

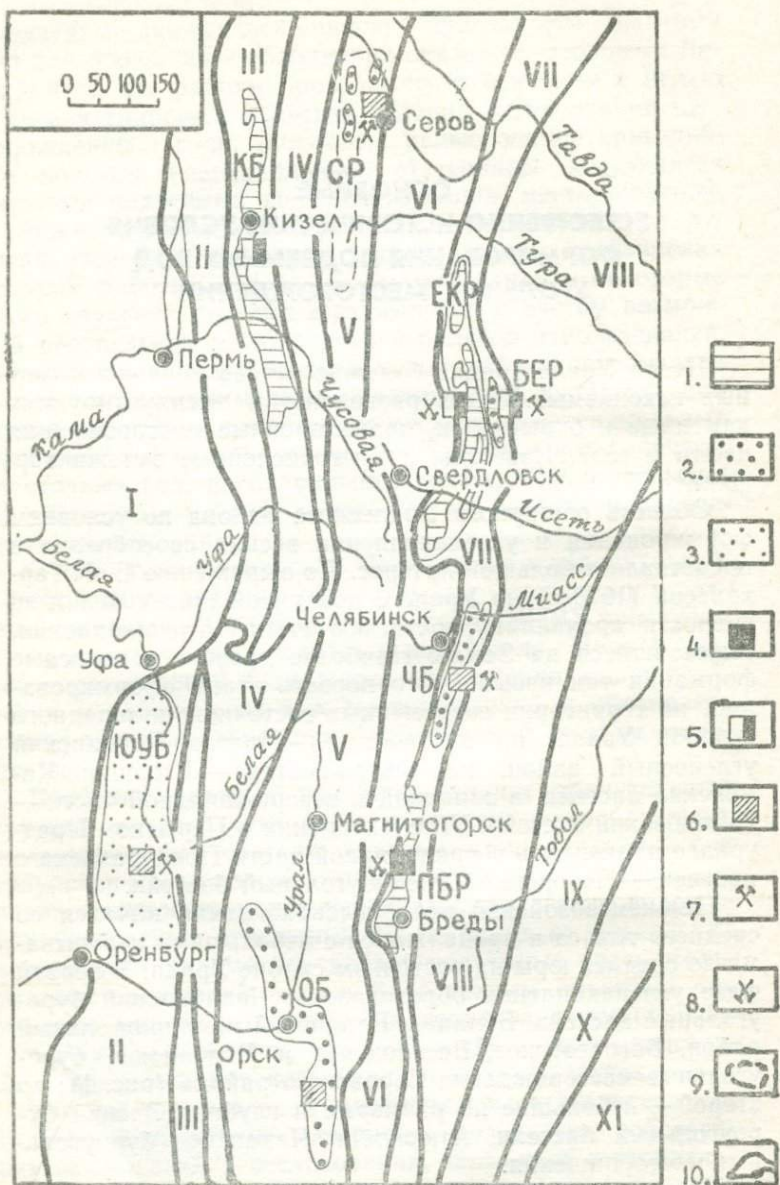


Рис. 1. Схема расположения угольных бассейнов и угленосных районов Урала

угленосные отложения; 3 — палеоген-неогеновые угленосные отложения; 4 — антрацит; 5 — каменный уголь; 6 — бурый уголь; 7 — эксплуатирующиеся месторождения; 8 — законсервированные месторождения; 9 — границы угольных бассейнов и угленосных районов; 10 — границы складчатых структур первого порядка.

Складчатые структуры Урала характеризуют: I — Восточная окраина Русской платформы; II — Предуральский краевой прогиб; III — Западно-Уральская зона складчатости; IV — Центрально-Уральское поднятие; V — Тагильско-Магнитогорский прогиб; VI — Восточно-Уральское поднятие; VII — Восточно-Уральский прогиб; VIII — Зауральское поднятие; IX — Тюменско-Кустанайский прогиб; X — Тобольско-Кушмурунское поднятие; XI — Южно-Тугайский прогиб.

Обозначения угольных бассейнов и угленосных районов: СР — Серовский район; КБ — Кизеловский бассейн; ЕКР — Егоршино-Каменский район; БЕР — Буланаш-Елкинский район; ЧБ — Челябинский бассейн; ПБР — Полтаво-Брединский район; ЮУБ — Южно-Уральский бассейн; ОР — Орский район.

Максимальные мощности угленосных толщ установлены в Челябинской депрессии — 2500 м, в Буланаш-Елкинской — 1250 м, в Волчанской — 620 м и в Богословско-Веселовской — 350 м.

В верхнемезозойское время угленакопление развивалось в верхней юре также на восточном склоне Урала — Северо-Сосьвинский бурогольный бассейн. В нижнем мелу отложились лигниты. В последний палеогеновый этап угленакопления в пределах южной части Предуральского прогиба (территория нынешнего Южно-Уральского бассейна) сформировались бурые угли, степень углефикации которых низкая.

Грабенообразные депрессии, заполненные углесодержащими породами Челябинско-Богословского типа, приурочены к зонам глубинных тектонических разломов меридионального простирания, заложенным в период герцинских складкообразовательных движений. Главная Восточно-Уральская зона разломов протягивается от широты г. Егоршино на севере до широты г. Троицка на юге, в западной части Восточно-Уральского прогиба. К северной части этой региональной зоны тектонических разломов приурочена Буланаш-Елкинская депрессия, к

югу от нее в меридиональном направлении почти непрерывной полосой прослеживаются безугольные триасовые отложения.

Южнее р. Течи до р. Уй прослеживается обширный Челябинский грабен. Далее к югу от р. Уй на протяжении 150 км в виде узкой полосы, сложенной преимущественно конгломератами, отмечаются триасовые отложения.

К востоку от главной Восточно-Уральской зоны разломов на площади Зауралья расположены аналогичные зоны разломов: Анохино-Камышловская, Юломановская, Назаровская, Петровская и др.

Заложение депрессий — результат блоковых движений палеозойского фундамента во время древнекимммерийской фазы тектогенеза.

Б. Ф. Тарханев (1973 г.) отметил, что расчленение угленосных формаций Челябинско-Богословского типа на отдельные угленосные свиты, нижние слои которых обычно сложены грубообломочными породами, указывает на проявление в осадконакоплении макроритмичности.

Палеогеографическую обстановку образования угольных месторождений, а также их палеогеохимию, можно кратко рассмотреть на примере Челябинского бурого угольного бассейна, как наиболее сложного и характерного в геологическом отношении.

Формирование подземных вод Челябинского бассейна происходило под влиянием изменяющейся физико-географической обстановки в течение длительной геологической истории — от палеозоя (перми) до настоящего времени. На протяжении этого длительного периода формировались воды различного происхождения, в основном трех типов: инфильтрационные, морские и смешанные. Схему возникновения и развития подземных вод бассейна в историческом аспекте можно представить в следующем виде.

В конце палеозоя началось опускание территории современного Челябинского бассейна. Оно продолжалось в течение всего триаса и, возможно, начала юры, происходило неравномерно как во времени, так и в пространстве. Депрессия явилась местом стока поверхностных вод и аккумуляции приносимого ими минерального материала.

Накопление водопроницаемых слоев в этой толще привело к появлению водоносных горизонтов. Из групп

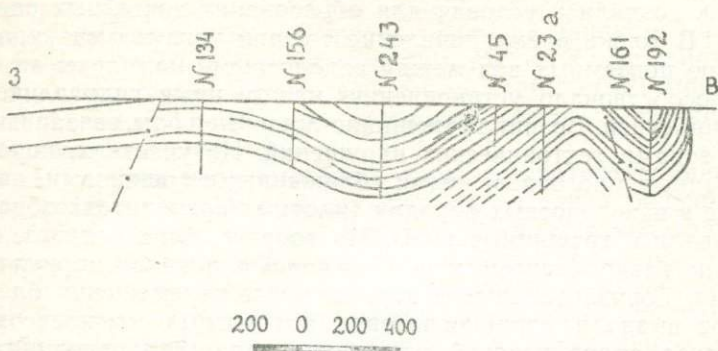


Рис. 2. Увеличение углов падения крыльев складок в Челябинском бурогольном бассейне в восточном направлении

соединяющихся водоносных линз и пластов различного литологического состава горизонты превращались в сложные водоносные комплексы, характеризующиеся определенными мощностями и площадями распространения. По условиям своего образования эти подземные воды являлись седиментационными континентального происхождения. По мере погружения депрессии водоносные горизонты оказывались все более погребенными под толщей новых осадков, связь их с атмосферой все более затруднялась. Надо полагать, что подземные воды вследствие различных процессов метазенеза стали дифференцироваться по составу в вертикальном разрезе.

В период киммерийского орогенеза условия формирования подземных вод под влиянием геологической обстановки значительно изменились. В результате давления с востока угленосные отложения бассейна были смяты в продольные складки с образованием брахисинклинальных форм (рис. 2). Резко увеличилось количество разрывов в угленосной толще, произошли смещения разорванных толщ как по вертикали, так и в горизонтальном направлении. В северной половине бассейна восточный палеозойский борт оказался надвинутым на угленосный мезозой, возникла полоса раздробленных пород и мелких апофизных разрывов.

Все это вызвало и изменение гидродинамических условий. В образовавшихся складках циркуляция подземных вод, видимо, усложнилась, а в мульдах глубоко опущенных брахисинклиналей практически прекратилась. В

них создались условия для образования застойных вод.

В то же время появление трещин усилило циркуляцию подземных вод между водоносными комплексами и способствовало установлению между ними гидравлической связи. Возникли трещинно-жильные воды, связанные с зонами тектонических нарушений. На участках, пораженных многочисленными сближенными трещинами, даже в неводоносных породах (плотных аргиллитах) образовались трещинные воды. На востоке, близ надвига, в зоне раздробленных пород началась усиленная циркуляция. Горизонтальные и вертикальные перемещения блоков вызвали соприкосновение водоносных комплексов. Такая смена условий резко нарушила установившийся режим подземных вод.

Большие изменения в гидродинамике в период киммерийской складчатости сопровождались, видимо, и изменениями химического состава подземных вод. Они могли происходить главным образом в результате смещения подземных вод различного химического состава.

Новый этап формирования подземных вод начался в верхнемеловое время в связи с трансгрессией моря с востока. В генезисе подземных вод бассейна это было началом нового, морского цикла. Верхние части складок, а вместе с ними и верхние водоносные горизонты оказались уничтоженными абразией. Оставшуюся часть складок закрыла новая серия осадков — преимущественно опоковидные глины с широко распространенными слоями трещиноватой кремнистой опоки.

Накопление морских осадков продолжалось и в палеогеновое время. Меловые и палеогеновые образования отлагались горизонтально на интенсивно-дислоцированной толще континентальных триасово-юрских пород.

В период олигоцена море отступило. В мелководных заливах и лагунах отлагались тонко-отмученные глины и мелкозернистые пески, распространенные не повсеместно, а в виде больших и малых линз. В этих лагунах, как следствие испарения оставшейся морской воды, скапливались воды более минерализованные, чем морские.

В морских палеогеново-меловых отложениях образовались пластовые водоносные горизонты. Они содержали седиментационные воды, по химическому составу схожие с морскими. Таких водоносных горизонтов сформировалось три. Наиболее водоносным и широко распростра-

ненным является палеогеново-меловой водоносный комплекс, приуроченный к глауконитовым песчаникам верхнего мела и палеогеновым опокам. Менее выдержанные горизонты были связаны со слоями кремнистых опок и кварцево-глауконитовых песчаников эоцена, а также с песками олигоцена.

В течение верхнемелового и палеогенового времени морские воды, как обладающие относительно большим удельным весом, начали опускаться вниз и вытеснять пресные воды верхней зоны триасово-юрской толщи.

В послеолигоценовое время отложения палеогенового и мелового моря были погребены под новыми осадками континентального происхождения, в которых вновь накапливались пресные воды инфильтрационного типа. Морской тип сменился новым инфильтрационным генетическим циклом подземных вод бассейна. Морские воды, и в первую очередь воды олигоцена, подвергались воздействию пресных инфильтрационных вод. В глубь бассейна стали проникать атмосферные воды.

В послеолигоценовое время изменения в подземных водах бассейна могли иметь три основных направления:

1. Дальнейшее погружение морских вод в нижние гидрохимические зоны.

2. Поступление пресных атмосферных вод путем инфильтрации с поверхности.

3. Промывание отложений (главным образом верхней части разреза) подземным потоком, проникавшим с запада, из области Уральских гор и атмосферными водами, поступающими сверху.

Рассмотрим подробнее каждое из этих направлений.

Погружение морских вод на глубину происходило во времени неравномерно. По мере увеличения глубины оно замедлялось, так как плотность вмещающих пород увеличивалась, а коэффициент их фильтрации соответственно уменьшался. Современные исследования показывают, что коэффициент фильтрации пород триасово-юрской толщи с глубиной уменьшается (табл. 1).

О том, насколько незначительна циркуляция подземных вод на большой глубине, свидетельствуют и низкие дебиты скважин, полученные при откачках из роторных глубоких скважин. Для верхних горизонтов характерны дебиты в 1000—1500 раз большие, чем для глубоких.

Погружение морских вод, вероятно, было неравно-

Таблица 1

Изменение коэффициента фильтрации
триасово-юрской толщи с глубиной

Район	Глубина интервала, м	Коэффициент фильтрации, м/сут	
		от	до
Козыревский	10—85	0,25	0,53
	90—130	0,028	0,076
	190—215	0,0024	0,0093
Камышинский	25—100	0,069	0,55
	105—170	0,015	0,016
Коркинский	17—75	0,048	0,12
	100—130	0,002	0,18
Еманжелин- ский	20—65	0,06	0,30
	130—190	0,002	0,003

мерным и по площади. Оно происходило более быстро на крыльях складок, по наклону осей синклиналей и в трещиноватых зонах. Крайне замедленным оно, видимо, отличалось в мульдах брахисинклиналей. В безугольных фациях угленосной толщи опускание происходило быстрее, чем в продуктивной, состоящей более чем на 50% из глинистых пород (глин, аргиллитов и алевролитов).

Погружение морских вод в глубину сопровождалось их непрерывным изменением в результате разубоживания пресными атмосферными водами, проникавшими сверху, и водами подземного потока с запада. Сказалось также смешивание морских вод с водами, распространенными в тех горизонтах, в которые они поступали в процессе опускания. Можно полагать, что к настоящему времени морские воды достигли зоны В. В составе вод этой зоны обнаруживаются такие микрокомпоненты, как бром, йод, свойственные морским водам и отсутствующие в водах инфильтрационного происхождения.

Поступление в палеогеново-меловые водоносные горизонты, а затем в водоносные комплексы угленосной толщи пресных атмосферных вод оказывало наибольшее влияние на верхнюю гидрохимическую зону (зону А), обладавшую наибольшей фильтрационной способностью и наилучшей связью с атмосферой. Это влияние заключалось в выщелачивании и растворении солей морского происхождения, то есть в опреснении данной зоны. Определенную роль при этом играл, видимо, и процесс кати-

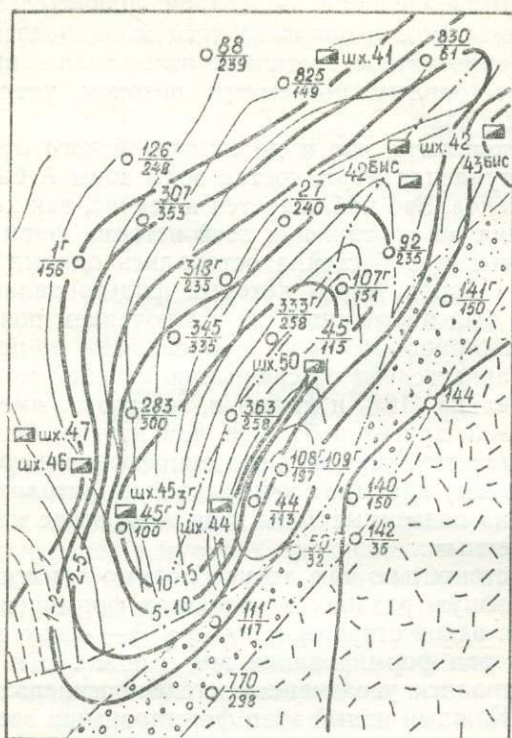
онного обмена. В дальнейшем, благодаря сравнительно хорошей водопроницаемости пород верхней зоны, подземные воды стали опресняться, а морские отложения — выщелачиваться постоянным подземным потоком, уносящим растворенные соли.

Можно предположить, что и до киммерийского орогенеза, и до наступления моря, состав воды зоны А был в основном одинаков. Это наблюдается и сейчас, так как источники питания на протяжении всей истории формирования подземных вод бассейна оставались одними и теми же. Состав пород, через которые фильтровались эти воды, также был постоянным, за исключением появления слоев палеогеново-мелового покрова. Но, во-первых, мощность данных слоев по сравнению с общей мощностью зоны невелика (16% и менее) и, во-вторых, именно эти слои прежде других и больше, чем другие, были подвержены воздействию пресных вод атмосферного происхождения. Поэтому влияние особенностей их литологического состава на подземные воды зоны А не везде могло быть существенным.

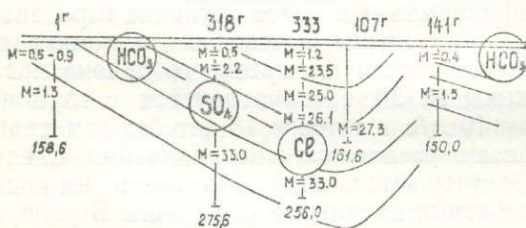
Если это действительно так, то необходимо обратить внимание на большую разницу в процессах формирования вод зоны А, с одной стороны, и зон Б и В — с другой. Каждый новый этап формирования вод в зонах Б и В неизменно оканчивался увеличением степени минерализации этих вод. Каждый новый этап формирования зоны А изменял состав ее вод, который затем снова восстанавливался в прежнем или почти прежнем виде.

Кроме зоны А пресные воды атмосферного происхождения местами проникали и в более глубокие горизонты угленосной толщи. Так, преимущественно в песчаных отложениях угленосной толщи Козыревского района пресная вода скважины № 20 эксплуатируется с глубины 100 м с расходом 10 л/с в течение 15 лет без заметного уменьшения дебита и увеличения минерализации. Следовательно, она подпитывается снизу тоже пресными водами. Значит, сульфатные натриевые воды зоны Б распространены здесь значительно ниже обычной глубины, и атмосферные воды в грубообломочных отложениях проникают глубже, чем в других песчано-глинистых породах.

Проникновение атмосферных вод на глубину зависит не только от литологического состава пород, но и от их положения в геологической структуре.



Гидрохимический разрез
(схема)
по линии Г-141Г



М 1:25000

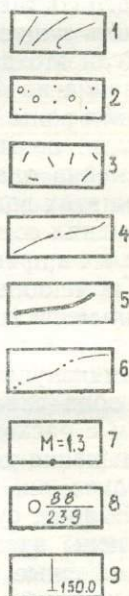


Рис. 3. Карта минерализации подземных вод триасово-юрской толщи по Камышинской брахисинклинали. Продуктивные отложения:

Например, по Коркинской брахискладке, как говорилось выше, на значительных глубинах отмечались пресные (в интервале 256—550 м) и солоноватые (в интервале 551—820 м) воды, тогда как по Копейской брахискладке, примерно на этих же глубинах, залегают соленые воды с минерализацией 23 г/л. Отсюда можно сделать вывод, что вторая гидрохимическая зона в Карпинском районе продвинулась гораздо ниже, чем по Копейской складке. Этому способствовала близость расположения припалеозойской депрессии, характеризующейся высокой степенью водоносности и пресными водами. За их счет и происходило смешение подземных вод. В подтверждение достаточно сказать, что эксплуатационная скважина 23, расположенная в 1,5—2 км от рассматриваемого района, дает в течение 12 лет более 3,5 тыс. м³/сут пресной воды.

В Кичигинском и Козыревском угленосных районах, а также в некоторых других частях бассейна, зона пресных вод залегает ниже глубин 200—250 м. Первостепенное значение для формирования этих подземных вод имеет промытость структур.

Благодаря специфическим условиям залегания подземных вод в структурной складке Камышинского угленосного района, здесь наблюдается вертикальная смена гидрохимических зон. Преобразование химического состава подземных вод, характерное для всей толщи триасово-юрских отложений, можно видеть на примере Камышинской брахисинклинали.

Об изменении минерализации и состава подземных вод по площади и глубине залегания дает представление гидрохимическая карта Камышинской брахисинклинали (рис. 3). На ней отчетливо видно, что минерализация воды от крыльев брахисинклинали до ее осевой части, то есть в сторону максимального погружения, закономерно увеличивается. Так минерализация воды на крыльях брахискладки равна 500—900 мг/л. По составу они здесь гидрокарбонатные натриевые. В осевой части складки

1 — песчаники, аргиллиты, пласты угля, непродуктивные отложения; 2 — конгломераты, аргиллиты и песчаники; 3 — грубообломочные отложения; 4 — границы литологических разновидностей пород; 5 — изолинии общей минерализации подземных вод, г/л; 6 — ось гидрохимической синклинали; 7 — минерализация подземных вод, г/л; 8 — гидрогеологические скважины (в знаменателе — номер, в числителе — глубина); 9 — глубина гидрогеологических скважин на разрезе, м

минерализация воды достигает уже 39 г/л, а состав меняется на хлоридный натриевый. При этом изолинии наибольшей минерализации располагаются вблизи центра брахисинклинали, протягиваясь по простиранию оси складки в меридиональном направлении.

В разрезе же весьма характерно выявляется закономерность схемы образования гидрохимических зон, начиная от зоны пресных вод гидрокарбонатного натриевого состава (А) до соленых вод, состав которых хлоридный натриево-кальциевый (В). Так, по гидрохимическому пересечению (линия 1—141) на западном крыле наблюдается зона А с минерализацией воды до 1 г/л, в центральной части брахисинклинали зона В с минерализацией воды, увеличивающейся сверху вниз от 1,2—1,4 г/л на глубине 20—25 м до 24,6—27,3 г/л на глубине 130—150 м и до 39,0 г/л на глубине 256 м. На восточном крутом крыле брахискладки вновь намечается уменьшение общей минерализации воды до 1,5 г/л на глубине 150 м и 0,4 г/л на глубине 34 м.

В южной части Камышинской брахискладки наблюдается более четкая картина преобразования химического состава подземных вод. Здесь, на западном крыле пресные воды с минерализацией 395—664 мг/л имеют гидрокарбонатный натриевый, кальциевый и сульфатный кальциевый состав. Это воды зоны А, точнее А₂, то есть переходные из зоны А в зону В. Далее на восток по крылу складки обнаруживается постепенное увеличение минерализации воды как в территориальном распространении, так и на глубину складки. Например, на участке скважины 45 имеется зона Б с минерализацией воды в верхней части разреза 696 мг/л, а в нижней части разреза (на глубине 100 м) 13,7 г/л. Еще дальше на восток по крылу складки зона Б постепенно переходит в зону В, сульфатные натриевые воды сменяются хлоридными натриевыми. Здесь же резко увеличивается минерализация воды с глубиной залегания. Но по вертикали складки по скважинам 108 и 109 в интервале 70—120 м среди хлоридных натриевых вод отмечены сульфатные кальциевые и магниевые воды. Объясняется это, во-первых, близостью расположения центра складки к пресным водам непродуктивных отложений, прилегающих с востока, за счет которых происходит смешение вод; во-вторых, увеличенной скоростью фильтрации воды на этих глубинах

2118

вследствие наличия здесь преобладающего количества песчаных пород над аргиллитами (в сравнении хотя бы со скважинами 3,45, в разрезе которых преобладают слабопроницаемые породы — аргиллиты). Известно, например, что шахта № 44, заложенная в самой нижней части оси брахискладки, является наиболее обводненной (120—170 м³/ч и более) в сравнении со всеми другими шестью шахтами, расположенными на крыльях этой складки, по которым приток колеблется в пределах 60—80 м³/ч.

Рассматривая химический состав, можно сделать вывод, что минерализация подземных вод закономерно увеличивается от бортов мульды к ее оси, образуя по изолиниям конфигурацию, подобную контуру мульды. Ось гидрохимической конфигурации проходит в меридиональном направлении почти параллельно и вблизи оси геологической структуры. Таким образом, получившаяся «фигура» минерализации почти полностью повторяет в плане черты Камышинской брахисинклинали. Некоторое отклонение оси этой конфигурации на запад от оси геологической структуры объясняется влиянием очага высокоминерализованных вод (22,3—38 г/л), вскрытых скважиной 3. Этот очаг высокой минерализации вод был когда-то, по-видимому, распространен и вблизи брахисинклинали, но разубожен за счет фильтрации подземных вод из зоны А.

Таким образом, химическое преобразование подземных вод Камышинской брахисинклинали можно объяснить следующим. На западном крыле складки, где пласты углей выходят на поверхность под покровные отложения, подземные воды находятся в активном взаимодействии с атмосферой и характеризуются гидрокарбонатным кальциевым и гидрокарбонатным натриевым составом, минерализация их достигает 660 мг/л. По мере же удаления от крайней части крыла складки на запад, то есть от области питания, химический состав преобразуется в сульфатный натриевый. Еще дальше от области питания сульфатные ионы уступают место хлоридным, и воды приобретают хлоридный натриевый состав. Содержание гидрокарбонатов и сульфатов в них незначительно.

Начиная с олигоцена и до настоящего времени, по существу, происходило общее промывание покрова и триасово-юрской толщи. Морской солевой комплекс пород

вымывался атмосферными водами, проникающими с поверхности. Верхняя зона находилась под действием этих двух факторов и поэтому опреснялась сравнительно быстро. Интенсивность этого влияния изменялась для различных районов бассейна в зависимости от литологического состава и структурных форм угленосной толщи. От фильтрационных свойств пород зависит глубина залегания зон Б и В и их мощность. Например, в разрезе северной части бассейна (у реки Миасс) наблюдается повышение содержания песчаников продуктивной толщи. Благодаря тому, что промываемость пород здесь облегчена, гидрохимическая зона Б залегает ниже обычного — на глубине более 200 и даже 250 м. К югу от Козыревского района количество песчаного материала в разрезе уменьшается и, соответственно, увеличивается доля глинистых разновидностей пород, достигающая максимума в Камышинском районе. Поэтому и зоны Б и В в районе начинаются на обычных глубинах.

Очаги высокоминерализованных вод в верхней части триасово-юрских отложений выявлены в Камышинском, Еманжелинском и Копейском районах. На этих же участках отмечены аномалии высокой минерализации подземных вод и на более глубоких горизонтах (ниже 150 м). Кроме того, в интервале глубин 150—300 м в Копейском и в Еманжелинском районах зафиксированы очаги высокой минерализации вод (до 14,5 г/л). В этих районах и участках формирование подземных вод происходило по той же схеме, что и в Камышинской брахисинклинали. Отсюда следует, что в местах труднопромываемых брахисинклиналей такие воды второй гидрохимической зоны могут иметь минерализацию, характерную для третьей зоны. И верхняя зона в соответствующих местах может быть минерализована в степени, соответствующей зоне Б и даже В. Следовательно, в определенных местах структурные формы вносили большие изменения в условия формирования подземных вод триасово-юрской толщи.

Отмеченные процессы послеолигоценового периода обусловили гидрохимическую зональность подземных вод триасово-юрской толщи бассейна, которая наблюдается ныне.

Формирование химического состава подземных вод третично-меловых отложений происходило в иной обстановке. Воды палеогеново-меловых отложений залегают в

морских отложениях мощностью 80—100 м. Условия образования и дальнейшего изменения состава этих вод являются более простыми. Но фактор динамичности вод остается также доминирующим.

Рассматриваемые воды залегают в морских осадках. После отступления моря они претерпели переход от морского режима к континентальному. Воды с морской соленостью стали смешиваться с атмосферными пресными

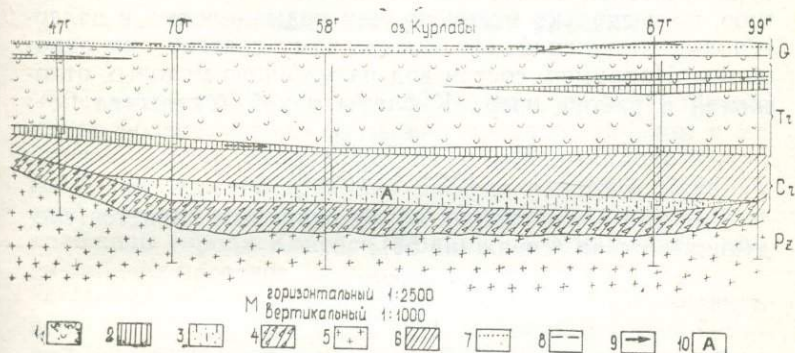
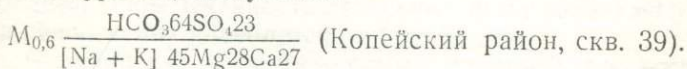


Рис. 4. Гидрогеологический разрез (район оз. Курлады):

1 — глина опоковая; 2 — опока кремнистая (водоносная); 3 — песчаник (водоносный); 4 — кора выветривания палеозойских пород; 5 — порфириды; 6 — глина мергелистая; 7 — пьезометрический уровень; 8 — уровень оз. Курлады; 9 — направление подземного потока; 10 — зажатые среди водоупоров соленые воды меловых отложений

водами. В дальнейшем, благодаря хорошей водопроницаемости пород, подземные воды начали опресняться, а морские отложения — выщелачиваться постоянным подземным потоком, уносящим растворимые соли. При этом существенную роль в формировании химического состава подземных вод играли процессы метаморфизации. В настоящее время воды палеогеново-мелового водоносного горизонта, в основном, пресные, с минерализацией до 1 г/л. Типичный их химический состав, выраженный формулой Курлова, следующий:



Среди пресных вод палеогеново-мелового горизонта отдельными участками встречаются солоноватые и соленые. Можно предположить, что высокая минерализация

этих вод обязана специфическим геологическим условиям их залегания и, прежде всего, замкнутости среди водонепроницаемых пород, как это прослежено по участку озера Курлады (рис. 4). В таких условиях могли сохраниться седиментационные воды, которые впоследствии видоизменили свой химический состав под влиянием сравнительно медленной циркуляции и процессов метагенеза. Нижележащие воды палеозойских отложений на этих участках также имеют повышенную минерализацию, но несколько меньшую, чем воды меловых и палеогеновых отложений. По химическому составу они однотипны. Например, состав вод палеогеново-меловых отложений в районе озера Курлады такой (скважина 68):

$$M_{22} \frac{Cl62SO_4 33}{[Na + K] 65Mg29}$$

Для вод палеозойских пород типичным является следующий состав (скважина 58):

$$M_{16} \frac{Cl76SO_4 27}{[Na + K] 79}$$

В обоих случаях воды в основном хлоридно-сульфатного натриевого состава. Следовательно, повышенная минерализация воды в палеозойских породах могла возникнуть за счет миграции соленых вод из вышележащих палеогеново-меловых отложений.

РАЗДЕЛ I

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПРИРОДНЫХ ВОД УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

ЧЕЛЯБИНСКИЙ БУРОУГОЛЬНЫЙ БАССЕЙН

Челябинский буроугольный бассейн, представляющий узкую полосу, вытянутую в направлении, близком к меридиональному, расположен на восточном склоне Южного Урала. Административно бассейн входит в Челябинский экономический район, на территории которого расположены города Копейск, Коркино, Еманжелинск, много рабочих поселков (рис. 5).

Промышленная угленосность бассейна была установлена в 1902 году, а спустя пять лет вблизи озера Тугайкуль заложены первые шахты. В годы первых пятилеток, когда поисковые работы приняли особенно широкий размах, был разведан весь бассейн — от реки Миасс на севере до реки Увельки на юге. В 1943 году открыто его северное продолжение за р. Миасс.

Промышленная часть бассейна делится на семь угленосных районов: 1. Сугоякский — самый северный, от реки Теча до реки Миасс; 2. Козыревский — от Миасса до ж.-д. магистрали Челябинск — Омск; 3. Копейский — до бывшей шахты № 42; 4. Камышинский — до широты озера Половинного; 5. Коркинский — до широты озера Саканды; 6. Еманжелинский — до южного берега озера Б. Сарыкуль; 7. Кичигинский — до реки Увельки. Копейский, Камышинский, Коркинский и Еманжелинский районы являются основными районами добычи топлива, которое используется на ТЭС Челябинской и Свердловской областей. Обеспеченность отдельных шахт запасами угля на перспективу колеблется от 1 до 34 лет.

Челябинский бассейн — самый крупный на восточном склоне Урала. Отличительная особенность его геологического строения — большая изменчивость как литологического состава наслоений, так и структурных форм.

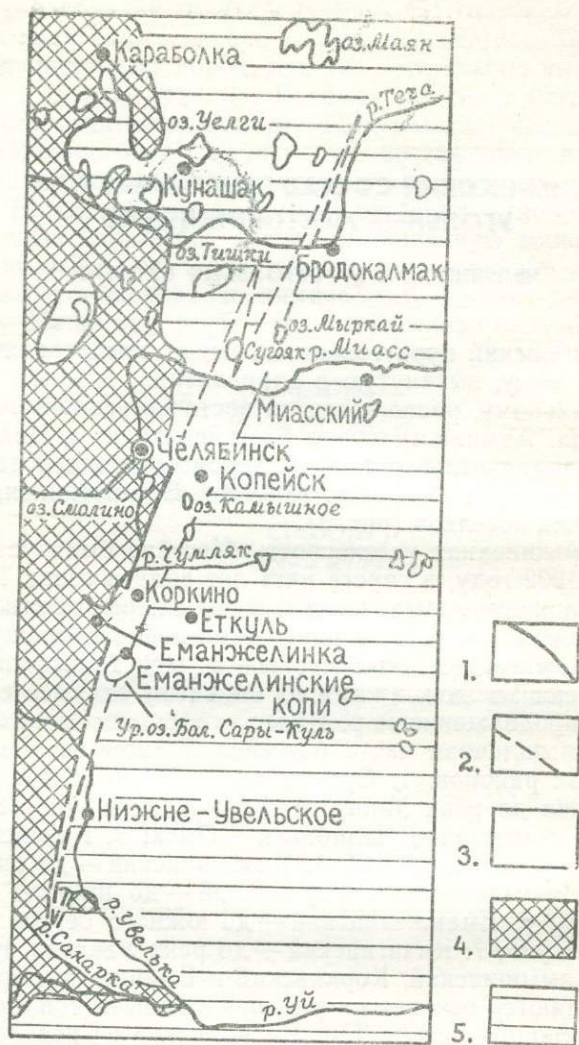


Рис. 5. Обзорная карта Челябинского бурогоугольного бассейна:

1 — установление границы бассейна; 2 — предполагаемые границы бассейна; 3 — угленосные отложения бассейна под маломощным покровом кайнозоя; 4 — палеозойские образования; 5 — третично-меловые отложения

Ряд особенностей существует и в гидрогеологическом отношении. Это — своеобразие зональности химического состава и динамики подземных вод, разнохарактерность областей питания и разгрузки, широкое развитие комплексов водоносных горизонтов и т. д.

Гидрогеологические исследования в бассейне начались в 1930 году. Чтобы выяснить условия угледобычи, нужно было определить водоносность нижне-мезозойской водоносной толщи. Первоначально исследования заключались в бурении одиночных скважин. Позднее, начиная с 1940 года, эти работы приобрели систематический характер и осуществлялись параллельно с разведкой шахтных полей. Но с 1962 года изучение гидрогеологических условий отработки углей начало постепенно сокращаться — было установлено, что водоносность триасово-юрской толщи невелика и не может служить особым препятствием для ведения горных работ.

Первоначально изыскание источников водоснабжения шахтерских городов и поселков велось в пределах угленосных отложений, а с 1950 года поиск был распространен на область широкого развития палеогеново-меловых отложений за пределами Челябинского грабена. Оказалось, что подземные воды палеогеново-мелового водоносного комплекса можно использовать для хозяйственно-питьевых нужд крупных населенных пунктов. Это позволило организовать централизованное водоснабжение Копейска, Коркино, Еманжелинска. Позднее, когда вступило в эксплуатацию Шершневское водохранилище, изыскания на воду были прекращены.

Климат района бассейна характеризуется ярко выраженной континентальностью, частыми и резкими сменами температуры, затяжными осенними и весенними периодами. Среднегодовая температура воздуха $+2^{\circ}\text{C}$, абсолютный максимум наблюдается в июле и составляет $+31,2^{\circ}\text{C}$, абсолютный минимум — в январе $-33,3^{\circ}\text{C}$.

Среднегодовое количество атмосферных осадков равно 393,6 мм. Наибольшее их количество выпадает в июле (82,7 мм), наименьшее (10,8 мм) — в феврале.

Снеговой покров устанавливается в последней декаде октября и держится до апреля. Зимний период продолжается около пяти месяцев. В течение этого времени в виде снега выпадает 84 мм атмосферных осадков, или 21,5% от их общего количества. Низкая температура воз-

духа почти на протяжении полугодия и незначительная мощность снегового покрова обуславливает сравнительно большую глубину (2—2,5 м) промерзания почвы и образование в ней глубоких трещин.

Рельеф бассейна характеризуется общим волнистым понижением поверхности к северо-востоку с колебаниями абсолютных отметок от +310 до +170 м. Близ западной границы бассейна, почти параллельно ему, проходит линия, разделяющая поверхность района на две неодинаковые части.

Западная часть, повышенная и холмистая с высотами от +240 до +310 м, представляет собой денудированное восточное предгорье Урала. Восточная граница этой морфологической зоны проходит, примерно, по меридиану Челябинска. Восточнее начинается пенепленизированная равнина, являющаяся началом Западно-Сибирской низменности. Место соприкосновения этих двух геоморфологических элементов фиксируется на дневной поверхности хорошо заметным палеозойским уступом, прослеживающимся на всем протяжении бассейна.

Западная часть района пересекается реками: на севере — системой реки Миасс, на юге — притоками реки Увельки и серией мелких речек и логов, впадающих в бессточную впадину бывшего озера Большой Сарыкуль. Кое-где на водоразделах сохранились платообразные участки с неглубокими (3—5 м) впадинами, к которым приурочены небольшие озера (Саксан, Кременкуль и др.). Чаще же возвышенности сложены плотными и устойчивыми породами.

Восточная часть района — плоская равнина. Челябинский бассейн полностью располагается в пределах восточной равнины. Она сложена в основном осадками третичного моря и слабо наклонена к северо-востоку. Если у западной границы бассейна преобладают абсолютные отметки высот +240 метров, то у восточной его окраины они нигде не превосходят 200—190 метров. Поверхность самого бассейна в целом, по сравнению с прилегающими к нему площадями, представляет собою обширное понижение. Еще тогда, когда у озера Тугайкуль были открыты рабочие угольные пласты, исследователи отмечали, что дневная поверхность в полосе развития промышленной угленосности — это длинная депрессия, похожая на дно высохшего недавно водоема.

На фоне общего погружения поверхности бассейна развито много крупных локальных впадин, занятых озерами Тугайкуль, Камышное, Половинное, Бектыш и др.

Своеобразной особенностью микрорельефа бассейна является изобилие степных блюдечек — мелких замкнутых понижений. Нередко они имеют довольно правильные очертания, размеры площади отдельных блюдечек изменяются в пределах 1—2 тыс. м². Во время весенних паводков эти понижения заполняются талыми водами, которые держатся до июня — июля. Затем, вследствие испарения и инфильтрации вод, степные блюдца или совершенно высыхают или на дне их остаются небольшие заболоченные участки. Другая форма микрорельефа представлена песчано-глинистыми возвышенностями, имеющими чаще всего те же размеры, что и блюдца.

По характеру растительности бассейн относится в основном к лесостепи; почти вся его территория представляет собой чередование небольших перелесков и колков, переходящих иногда в небольшие леса со степными участками.

В области развития мелкобугристого котловинного рельефа колки, как правило, приурочены к более увлажненным западинам, тогда как повышения исключительно покрыты травянистой растительностью.

Гидрографическая сеть района развивалась в соответствии с его рельефом, геологическим строением и климатом. Основная особенность сети — преобладание стоячих вод в форме озер и заболоченностей. Проточных вод в районе мало.

Основная водная артерия — река Миасс — протекает в северной части бассейна (по северной границе Козыревского угленосного района) и является правым притоком Исети, впадающей слева в Тобол.

В Копейском и Камышинском районах бассейна реки отсутствуют. На территории Коркинского и Еманжелинского районов имеется пять незначительных рек: Чумляк, Каменка, Еманжелинка, Борисовка и Ключевская. Все они берут начало на палеозойских породах восточного предгорья Урала и пересекают бассейн почти в широтном направлении. Расход этих рек небольшой — до 1 м³/с в паводковый период. Летом во многих местах они высыхают, а зимой большей частью промерзают до дна. Все реки используются местным населением для хозяйствен-

ных нужд. Для этого некоторые из них (Еманжелинка, Ключевская) зарегулированы небольшими земляными плотинами.

Второй существенной водной артерией бассейна следует считать реку Увельку (левый приток реки Уй), протекающую в пределах Кичигинского угленосного района. Увелька впадает в реку Уй около Троицка. Свое начало Увелька берет южнее Ильменских гор — в меридиональной депрессии системы озера Чебаркуль (Кундравинские озера).

Воды рек пресные с минерализацией воды, резко превышающей 700 мг/л. Наименьшей минерализацией (181—134 мг/л) отличаются воды рек Миасс, Увелька и Ключевская. Состав этих вод в основном гидрокарбонатный натриево-кальциевый и реже гидрокарбонатный кальциево-магниевый. Минерализация вод рек Чумляк, Каменка, Еманжелинка и Борисовка сравнительно повышенная — 520—722 мг/л, состав главным образом гидрокарбонатный натриево-магниевый-кальциевый.

Более значительное место в бассейне занимают **бессточные замкнутые водоемы**, приуроченные к различным по размеру депрессиям на поверхности земли. К наиболее крупным депрессиям в бассейне приурочены озера Сугояк, Мыркай, Первое, Второе, Третье, Четвертое, Синеглазово, Голубое, Курлады, Половинное, Бектыш, Урочище-озеро, Большой Сарыкуль и ряд болот. Все они имеют овальную форму. Озера Сугояк и Мыркай находятся в самом северном Сугоякском угленосном районе бассейна. Площадь водного зеркала озера Сугояк составляет 12 км², озера Мыркай — 7 км².

В пределы Козыревского угленосного района входят озера Первое, Второе, Третье, Четвертое, расположенные почти в широтном направлении. Озеро Первое примыкает к восточной окраине Челябинска. Озера Синеглазово, Камышное, Половинное относятся к Камышинскому угленосному району. Озеро Камышное сейчас представляет собой сухую впадину: в 1945—1950 годах его вода была спущена в озеро Курлады Копейского района. До 1949 года это озеро являлось, преимущественно, сухой впадиной с небольшими заболоченными участками. Лишь отдельные, наиболее пониженные участки рельефа дна этой впадины заполняла вода. Площадь участков, занятых ею, не превышала 1,5 км². После спуска воды из озера

Камышино, площадь водного зеркала Курлады возросла до 24 км², глубина озера увеличилась до 3—3,5 м. Минерализация воды Курлады также резко возросла — до 7880 мг/л. Раньше вода этого озера была пресной (390 мг/л) с общей жесткостью 4 мг/экв.

Озеро Большой Сарыкуль, расположенное в пределах Еманжелинского района, до 1953 года являлось наиболее крупным из водоемов, имеющих в районе бассейна. Длина его достигала 11 км, ширина — 7 км, площадь водного зеркала — 65 км². В 1955—1956 годах воду этого озера спустили в озеро Дуванкуль, после чего на площади котловины Б. Сарыкуль остались небольшие углубления, заполненные водой.

По степени минерализации воды все озера можно подразделить на две группы: пресные — сумма ионов в воде которых не превышает 1 г/л; солоноватые — с минерализацией воды более 1 г/л.

К пресным озерам относятся: Дудоровское, Стариково, Сары, Саксан, Первое, Второе. Преобладающий состав их вод гидрокарбонатно-сульфатный магниевонариевый, реже сульфатно-гидрокарбонатный магниевонариевый.

Солоноватые озера: Сугояк, Камышное, Курлады, Смолино, Тугайкуль, Синеглазово, Свиное болото, Бектыш, Б. Сарыкуль, Третье, Четвертое, М. Сарыкуль, Уланово, Тишки, Мыркай. Естественный режим большинства из них нарушен сбросами шахтных вод.

Химический состав поверхностных вод приведен в табл. 2.

В геологическом строении района принимает участие сложный и разнообразный по составу комплекс осадочных, вулканогенных и туфогенных пород, относимый по возрасту к палеозою, мезозою и кайнозою.

Палеозой — представлен образованиями ордовика, силура, девона и карбона. Близ восточной окраины г. Челябинска они слагают грабеноподобную депрессию, заполненную позднейшими углесодержащими огложениями. Западный, доступный наблюдению борт грабена достаточно изучен. Что касается палеозойского фундамента депрессии, то он вследствие большой глубины залегания почти не изучен. На восточном борту грабена палеозой закрыт мощной (более 40 м) толщиной мезокайнозой.

Таблица 2

Химический состав поверхностных вод района
Челябинского бурогоугольного бассейна, мг/л; мг·экв·%

Место взятия проб	Год выполнения анализа	Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ ' + CO ₃ "	Na+K'	Mg''	Ca''	Сумма ионов, мг/л	Общая жесткость, мг/экв	Индекс химического состава
Реки										
Миасс	1934	6	20	64	9	14	33	146	2,8	C _{II} ^{Ca}
		10	25	65	18	34	48			
Миасс	1954	34	150	113	40	24	50	411	2,2	S _{II} ^{Ca}
		16	53	31	28	31	41			
Миасс	1974	17	64	171	30	13	46	341	3,3	C _{II} ^{Ca}
		11	28	61	28	22	50			
Каменка	1942	43	115	512	94	38	93	898	7,8	C _I ^{Ca}
		10	20	70	34	26	40			
Чумляк	1954	52	57	267	74	44	91	585	35,4	C _{II} ^{Ca}
		21	17	62	28	32	40			
Еманжелинка	1959	45	64	608	79	53	94	943	8,4	C _I ^{Ca}
		10	10	80	27	35	38			
Борисовка	1965	38	88	394	69	42	64	695	6,7	C _I ^{Mg}
		12	19	69	29	38	33			
Ключевская	1965	24	208	163	14	22	33	464	3,5	S _{II} ^{Mg}
		9	56	35	15	45	40			
Увелька	1965	34	18	379	62	30	47	570	4,8	C ^{Na}
		13	5	82	36	33	31			

Место взятия проб	Год выполнения анализа	Cl'	SO ₄ ''	HCO ₃ ' + CO ₃ ''	Na+K'	Mg''	Ca''	Сумма ионов, мг/л	Общая жесткость, мг/экв	Индекс химического состава
Озера										
Дударевское	1959	50	169	70	49	20	45	403	3,9	S _{II} ^{Ca}
		23	58	19	35	28	37			
Стариково	1955	103	23	92	110	15	22	365	2,4	Cl _{IIIa} ^{Na}
		72	7	21	67	18	15			
Сары	1960	109	291	243	162	47	44	896	6,1	S _{II} ^{Na}
		24	46	30	54	29	17			
Саксан	1967	88	98	395	129	46	33	790	5,4	C _I ^{Na}
		22	18	60	51	34	15			
Первое	1964	217	195	198	194	36	62	902	6,1	Cl _{II} ^{Na}
		45	30	24	58	21	21			
Второе	1964	53	19	134	58	18	75	357	5,2	S _{II} ^{Ca}
		20	52	28	33	19	48			
Второе	1973	206	307	268	175	46	104	1106	9,0	S _{II} ^{Na}
		35	39	26	46	23	31			
Синеглазово	1964	6704	905	905	5633	468	16	14631	39,1	Cl _{II} ^{Na}
		85	8	7	88	12	0			
Сарыкуль	1969	237	163	186	77	66	94	823	9,8	Cl _{IIIa} ^{Mg}
		51	26	23	34	35	31			

Место взятия проб	Год выполнения анализа	Cl'	SO'' ₄	HCO' ₃ + CO'' ₃	Na+K'	Mg''	Ca''	Сумма ионов, мг/л	Общая жесткость, мг/экв	Индекс химического состава
Третье	1964	5299	2005	231	2148	797	720	11200	102,8	Cl _{IIIa} ^{Na}
		77	23	0	48	33	19			
Четвертое	1964	4571	1910	242	2095	740	437	9995	82,2	Cl _{IIIa} ^{Na}
		75	23	2	52	35	13			
Сугояк	1966	451	22	774	341	98	19	1705	5,4	Cl _I ^{Na}
		43	2	55	63	33	4			
Камышное	1963	3201	1023	380	1764	394	173	6935	40,2	Cl _{II} ^{Na}
		70	22	8	75	20	5			
Курлады	1964	1844	1561	374	1164	361	206	5510	39,9	Cl _{IIIa} ^{Na}
		57	36	7	56	33	11			
Смолино	1959	3517	63	40	2115	52	6	5793	4,5	Cl _I ^{Na}
		59	1	40	97	3	0			
Тугайкуль	1964	807	1026	744	738	216	172	3703	265,4	Cl _{II} ^{Na}
		40	38	22	58	27	15			

Туринская серия представлена в основном туфогенными образованиями с широко развитыми покровами кайнотипных базальтов, количество и мощность которых уменьшаются снизу вверх. Вскрытая ее мощность по восточной окраине бассейна составляет 1000 м. Нижняя часть разреза серии — вулканогенная толща мощностью 700 м — сложена покровами базальтов кайнотипного облика, чередующимися со слоями туфобрекчий, туфоконгломератов и туфопесчаников. Кверху она сменяется туфогенно-осадочной толщей (300 м), представленной аргиллитами, алевролитами, полимиктовыми песчаниками, содержащими слабые углепроявления, и переслаивающимися с пиропластическими породами и покровами базальтов.

Перекрываются эти образования мощной (1000—3500 м) толщей отложений челябинской серии. Самый нижний ее горизонт — пестроцветная туфогенно-осадочная толща еманжелинской свиты среднего триаса, в основании которой залегает кора выветривания по базальтам туринской серии.

Верхнетриасовые отложения, залегающие выше пестроцветов среднего триаса, характеризуются циклическим строением. Отложения подразделяются на три свиты (снизу вверх): калачевскую, копейскую и коркинскую. В основании их залегают безугольные горизонты, сложенные грубообломочными породами — конгломератами, гравелитами и песчаниками, сменяющимися выше по разрезу продуктивными отложениями — аргиллитами, алевролитами, углями, углистыми аргиллитами, которые образуют сложнопостроенные угольные пласты и залежи, являющиеся основными объектами угледобычи в бассейне.

Разрез челябинской серии завершает сугоякская свита, относимая по возрасту к нижней юре (лейасу). Она также состоит из нижнего безугольного и верхнего продуктивного горизонтов. Последний сложен песчано-глинистыми породами, углями и углистыми аргиллитами. Отложения лейаса установлены лишь в северной части бассейна. С ними здесь связана промышленная угленосность.

Характерная особенность пород челябинской серии — повышенная угленосность, увеличивающаяся вверх по стратиграфическому разрезу. Максимальная же угле-

носность приурочена к коркинской свите, содержащей мощные угольные пласты (Коркинское и Еманжелинское месторождения).

В фациальном составе продуктивных горизонтов преобладающее значение имеют осадки озерной и болотной фаций, представленные аргиллитами, алевролитами, песчаниками, конгломератами, углями и углистыми аргиллитами.

Большую фациальную изменчивость, столь присущую угленосным отложениям бассейна, можно проследить во всех свитах, но наиболее резко она заметна в коркинской свите.

Выше нижней юры в отложениях отмечается перерыв. Нижнемеловые алевролиты и песчаники континентального происхождения налегают непосредственно на рэт-леасовые отложения.

Верхнемезозойские отложения, представленные осадочными образованиями верхнего мела, несогласно залегают на нижнемезозойских и палеозойских отложениях. Литологически они сложены кварцево-глауконитовыми и глауконитовыми песчаниками, опоками, опоковыми глинами. Наиболее развиты отложения в пределах восточной части района, поэтому площадь их распространения принято называть «Восточный мел». Здесь их мощность достигает 40—60 метров.

У западного борта грабена мощность меловых отложений колеблется в пределах 5—15 метров. В средней части бассейна они почти отсутствуют или имеют небольшую мощность. В целом же мощность верхнемеловых отложений закономерно увеличивается в восточном направлении.

Кайнозойские отложения развиты весьма широко. Они представлены палеогеновыми, неогеновыми и четвертичными образованиями. В разрезе пород палеогенового возраста преобладают трепелы и диатомиты. Встречаются также мелкозернистые пески и кремнистые опоки.

Отложения неогена распространены восточнее г. Челябинска. Они представлены зеленовато-белыми, красновато-бурыми глинами, песчаниками и песками.

Четвертичные отложения (галечники, пески, суглинки и бурые глины) распространены повсеместно.

Наиболее обводнены среди мезозойско-кайнозойских отложений опоки и песчаники.

В структурном отношении Челябинский бассейн представляет грабен, заполненный нижнемезозойскими угленосными отложениями. Грабен протягивается в северо-северо-восточном направлении более чем на 150 км, располагаясь параллельно складчатым структурам Урала. В районе реки Миасс ширина грабена 14 км, на широте города Коркино — 6 км и на широте реки Уй — 0,2 км.

Северное замыкание грабена пока не обнаружено, но геофизическими работами и бурением установлено, что за рекой Миасс, в центральной части грабена, наблюдается выступ палеозоя. Угленосная толща здесь представлена двумя полосами: Западной — Сугоякской и Восточной — Ильменской.

Грабенообразная депрессия бассейна имеет асимметричную форму с дном, наклоненным на запад. Рельеф дна впадины с запада на восток, по-видимому, ступенчато приподнимается к поверхности, поэтому общая мощность угленосных отложений к востоку уменьшается.

Западный борт впадины ясно оконтуривается многочисленными выходами палеозойских пород, которые были также вскрыты и буровыми скважинами в Коркинском, Еманжелинском, Кичигинском и в других районах бассейна. Восточная граница впадины, скрытая под палеогеновыми и меловыми породами, установлена бурением, она прослеживается и в обнажениях на севере — у реки Миасс и на юге — у реки Тогузак.

Глубина грабена в западной его половине колеблется от 1700 до 3500 метров, а в восточной — от 500 до 1500 метров. На западе борт грабена весьма крутой, почти вертикальный, на востоке — сравнительно пологий.

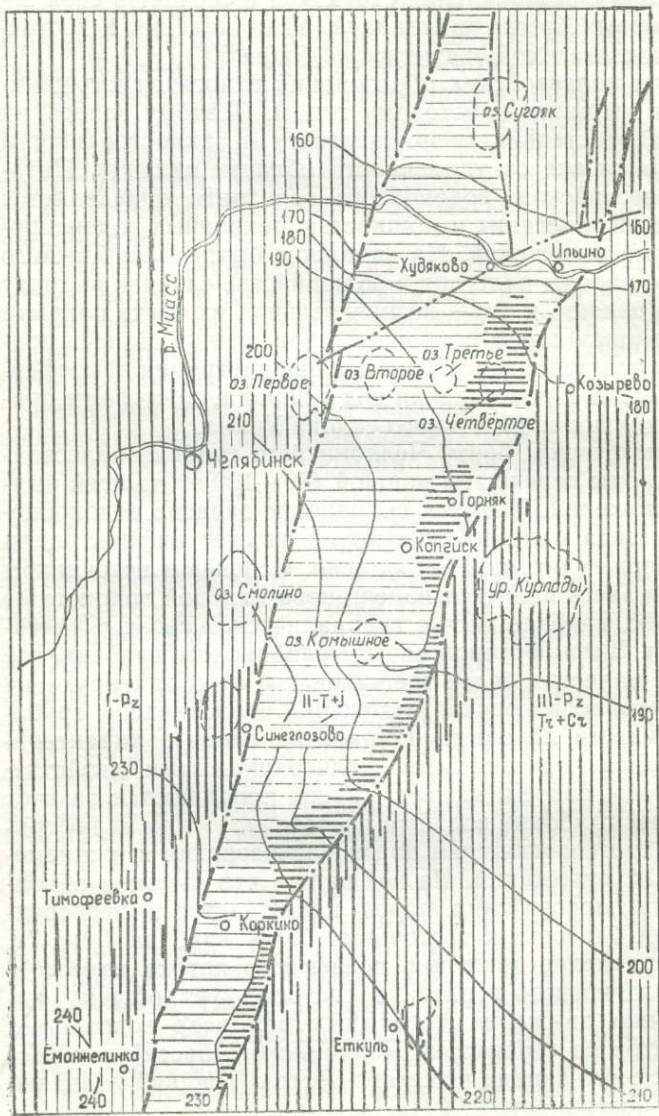
В складчатой структуре угленосных отложений главным элементом являются две синклинали — западная и восточная синклинали структуры. Оси их протягиваются в северо-северо-восточном направлении и испытывают поднятия и погружения под углом от 5 до 15°. Вследствие этого образуются брахисинклинали, имеющие большей частью меридионально вытянутые асимметричные формы. К брахисинклиналям относятся Северо-западная, Северо-Копейская, Южно-Копейская, Камышинская, Синеглазовская, Калачевская, Восточно-Коркинская, Восточно-Батурина, Коркинская, Ерофеевская, Южно-Батурина и другие. К этим брахискладкам приурочены основные скопления угля. Последние

три из них принадлежат западной синклиналильной структуре. Она имеет асимметричное строение с крутым ($45—90^\circ$) восточным и пологим ($15—30^\circ$) западным крыльями. Восточная синклиналильная структура включает в себя восемь первых брахисинклиналей. Углы падения в восточной синклиналильной структуре не более 50° .

Воды палеозойских образований относятся к трещинному и трещинно-карстовому типам. Поэтому запасы их зависят от степени трещиноватости и закарстованности пород, а также от удаленности области питания. Питание палеозойского водоносного горизонта определяется условиями залегания и мощностью покровных водонепроницаемых отложений. На западном борту Челябинского грабена породы палеозоя в большинстве случаев выходят на поверхность и лишь незначительная их часть покрыта маломощным слоем покровных образований. Запасы подземных вод пополняются за счет инфильтрации атмосферных осадков и поступления вод с запада, со стороны прилегающих пород восточного склона Урала.

На восточном борту Челябинского грабена палеозойские породы перекрыты мощной ($80—100$ м) толщей рыхлых отложений. Поэтому пополнение запасов водоносного горизонта палеозойских пород за счет инфильтрации атмосферных осадков затруднено. Основным источником питания здесь является палеогеново-меловой водоносный комплекс, находящийся в гидравлической связи с палеозойским. В прибортовой части Челябинского грабена, где породы палеозоя более трещиноваты, а контактирующие с ними триасово-юрские отложения представлены грубообломочными породами (туринская серия), характеризующимися повышенными фильтрационными свойствами, запасы подземных вод также пополняются за счет напорных глубоких вод. Это достаточно полно иллюстрирует гидрогеологическая карта палеозойских и нижнемезозойских отложений. Из нее видно, что высокая обводненность палеозойских пород наблюдается в непосредственной близости к восточному борту грабена (рис. 7).

Направление движения подземного потока палеозойского водоносного горизонта соответствует общему направлению движения подземных вод всех водоносных горизонтов на территории Челябинского бассейна и происходит с юго-запада на северо-восток (средний уклон напорной поверхности 0,001).



- 1 I-Pz
- 2 II-T+j
- 3 III-Pz
Tt+St
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11

Водоносность палеозойских пород была определена на основе опытных откачек по 87 скважинам. Наиболее изученными следует считать осадочные образования — известняки; наименее — изверженные и метаморфические породы.

Водоносность изверженных и метаморфических пород обычно низкая, удельные дебиты скважин колеблются от 0,0007 до 0,35 л/с, коэффициент фильтрации пород 0,0014—0,10 м/сут.

Среди осадочной толщи палеозоя наиболее широко развиты известняки, которые в той или иной степени метаморфизованы и превращены либо в кристаллические известняки, либо в мрамор. Эти породы собраны в ряд крутопадающих складок, разбитых тектоническими трещинами, и характеризуются зачастую довольно большой закарстованностью.

Высокая степень трещиноватости и закарстованности обусловила, в большинстве случаев, высокую водоносность известняковой толщи.

Воды известняковой толщи, учитывая условия залегания, являются частично безнапорными, частично с напорной поверхностью. В том случае, когда толща известняков перекрыта водонепроницаемыми отложениями, их подземные воды всегда напорные. Такое положение наблюдается на всем восточном борту палеозойского грабена. На западном его борту воды известняковой толщи имеют, в большинстве случаев, свободную поверхность. Здесь, особенно в южной части борта, известняки выходят на дневную поверхность.

Водоносность известняковых толщ исследована неравномерно и недостаточно. Наиболее она изучена на

Рис. 7. Гидрогеологическая карта палеозойских и нижнемезозойских угленосных отложений района Челябинского бурогоугольного бассейна:

1 — первый гидрогеологический район, сложенный палеозойскими породами; 2 — гидрогеологический район, сложенный триасово-юрскими отложениями; 3 — третий гидрогеологический район, сложенный палеозойскими породами, перекрытыми третично-меловыми осадками; 4 — пьезоизогипсы подземных вод. Водоносность нижнемезозойских (триасово-юрских) отложений; 5 — наиболее обводненные, с возможным максимальным дебитом скважин более 20 л/с; 6 — обводненные, с преобладающим возможным максимальным дебитом скважин 10—20 л/с; 7 — границы Челябинского бассейна и распространения нижнемезозойских угленосных отложений; 8 — линии тектонических нарушений. Водоносность палеозойских пород: 9 — наиболее обводненные; 10 — обводненные; 11 — средней обводненности

западном борту грабена по скважинам и выходам источников и почти не изучена на восточном борту.

Первый признак водоносности известняков — многочисленные источники, вытекающие по выходам этих пород на дневную поверхность или под покров третичных и четвертичных образований. Большое количество источников, расходы которых изменяются от 0,16 до 0,2 л/с (температура воды от 5,3 до 6,0°С), наблюдается вдоль западных берегов озер Смолино и Синеглазово. Источники, вытекающие из силуро-девонских закарстованных известняков, зафиксированы также вблизи деревни Щейно Еткульского района. Здесь, в северной части полосы распространения известняковой толщи, всего зарегистрировано 12 источников. Суммарный их расход около 23 л/с. Ряд источников дает начало речке Еманжелинке.

Водоносность девонских известняков, распространенных к югу от озера Саксан, почти не изучена. Однако имеются указания на наличие источников, выходящих из известняков по берегам этого водоема.

На западном борту Челябинского грабена известняки вскрыты 57 гидрогеологическими скважинами. Наибольшее количество скважин приходится на Козыревский район, где вблизи ст. Баландино (д. Федоровка) выполнялись работы, связанные с разведкой источников водоснабжения города Челябинска. Сведений о водоносности полосы известняков, залегающих южнее этого участка, мало. На восточном борту грабена известняки вскрыты только одной скважиной (около оз. Б. Сарыкуль).

В западной части грабена, залегая вблизи контакта с интрузивными породами, известняки подвергались метаморфизации и неоднократным тектоническим воздействиям. Наряду с сильно выраженной трещиноватостью, в известняках встречаются кавернозные и закарстованные участки, пустоты. Подземные воды, приуроченные к известнякам, представляют единый водоносный горизонт.

Разведочные работы позволили установить, что вскрытая скважинами часть известняков до глубины 265 м характеризуется неравномерной водоносностью. Верхняя часть обычно более трещиновата и закарстована, а поэтому, по сравнению с нижней (ниже 150 м), и более водообильна. Результаты опробования водоносности известняков по опорным скважинам представлены в таблице 3.

Таблица 3

**Результаты
гидрогеологического опробования известняков
Челябинского бурогольного бассейна**

№ скважин	Интервал опробования, м	Удельный дебит скважины, л/с	Коэффициент фильтрации, м/сут
Козыревский район			
42	66—85	0,36	1,17
46	12—67	1,92	2,04
81	44—68	3,0	9,57
82	36—100	5,8	8,30
83	21—96	0,68	0,86
94	32—105	2,8	2,64
116	49—135	1,58	1,77
118	39—150	2,53	2,13
66	23—80	0,49	0,84
123	25—65	3,41	5,55
124	55—205	0,09	0,071
155	56—100	6,0	8,70
170	55—152	4,8	7,40
Коркинский район			
133	19—49	0,42	1,41
77	25—51	0,60	0,40
128	24—69	0,04	0,03
Еманжелинский район			
851	18—44	0,14	0,55
100	29—57	0,45	0,11
218	57—81	2,46	12,38
425	27—151	0,04	0,087
Кичигинский район			
3	6—69	1,52	2,97
304	19—118	0,18	0,10
2	17—92	1,05	1,70
5	20—58	27,4	64,6
6	5—76	1,90	3,0

Данные таблицы 3 показывают, что обводненность известняковой толщи значительная. Наиболее обводненными являются известняки, залегающие в Козыревском районе вблизи деревни Федоровка. Удельные дебиты скважин в большинстве случаев здесь колеблются в пределах от 0,5 до 2—3 л/с, коэффициенты фильтрации известняков — от 0,8 до 2—3,9 м/сут. Дебиты некоторых

скважин достигали 5,3 и 6 л/с, а коэффициент фильтрации пород — 9,6 и 8,7 м/сут. Опытная откачка из разведочно-эксплуатационных скважин 116, 1161, 118, 1181, 123, 1231, 83 с суммарным водоотбором 180 л/с, продолжавшаяся 8 месяцев, показала, что к известнякам Федоровского участка приурочены большие запасы подземных вод.

Довольно высокой обводненностью обладают также известняки, залегающие узкой полосой на юге бассейна в Кичигинском районе.

Удельный дебит скважины 5 здесь составил 27,4 л/с, а коэффициент фильтрации известняков — 66 м/сут. Удельные дебиты других скважин колебались от 0,18 до 1,9 л/с, а коэффициенты фильтрации пород от 0,1 до 3 м/сут. За последнее время гидрогеологическими изысканиями на полосе известняков, залегающих западнее перечисленных скважин на Сухарышском участке, вскрыты громадные запасы подземных вод. Удельные дебиты скважин достигают 25—30 л/с.

В Еманжелинском и Коркинском районах в известняках было пройдено 6 скважин. Одна из них имела удельный дебит 2,46 л/с. По другим скважинам дебит колебался в пределах от 0,04 до 0,6 л/с.

В общем, оценивая водоносность палеозойского комплекса пород, можно отметить следующее: наиболее обводнены известняки. В них одиночными скважинами можно получить 20 л/с и более воды. Изверженные и метаморфические породы отличаются в большинстве своем низкой водоносностью. Исключение составляют те, которые залегают на контакте с другими породами, где наблюдается их большая нарушенность.

Водоносность триасово-юрских отложений по площади и глубине весьма разнообразна. Водоносными среди этой толщи являются песчаники, конгломераты, угли и, частично, алевролиты. Аргиллиты, составляющие до 45—50% всего разреза триасово-юрской толщи, практически водонепроницаемы и служат водоупорами. Эти литологические разновидности обломочных пород отличаются большой невыдержанностью по площади и часто замещаются другими породами. Наиболее выдержанные водоносные слои — угольные пласты, залегающие в большинстве случаев среди водоупорных аргиллитовых отложений. Однако вследствие выклинивания водоупорных слоев и их

выхода под покровные водоносные кремнистые опоки они гидравлически связаны между собой. Вследствие этого, характерным для триасово-юрской толщи является наличие нескольких водоносных зон трещинно-пластового и пластово-порового типов, водоносность которых различна. Гидравлически эти водоносные зоны связаны между собой и по существу образуют единый водоносный комплекс.

Наклонное залегание слоев угленосной толщи, в сочетании с перекрытием ее водоупорными опоковыми глинами, обуславливает существование напора. Величина его достигает 50 м над поверхностью угленосных отложений. Глубина залегания пьезометрического уровня подземных вод триасово-юрской толщи на 3—12 м ниже дневной поверхности. Однако наблюдаются случаи, когда уровень этих вод поднимается выше дневной поверхности.

При рассмотрении гидрогеологической карты Челябинского бурогоугольного бассейна (рис. 7) видно, что обводненность триасово-юрской толщи в целом невелика и определяется в основном возможным максимальным дебитом скважин от 1 до 10 л/с и реже до 10—20 л/с. Коэффициенты фильтрации пород колеблются от 0,003 до 2,7, реже — 8,0 м/сут. По результатам опытных откачек средний удельный дебит скважин, пройденных в этих отложениях, равен 0,2 л/с. Колебание дебита наблюдается в значительных пределах: от 0,003 до 1,60 л/с и более. Очень колеблется также и коэффициент фильтрации пород — от 0,003 до 7,92 м/сут (табл. 4).

Водоносность пород зависит как от их литологического состава, так и от того, какова степень их трещиноватости. Максимальная обводненность угленосной толщи приурочена к участкам, где в составе преобладают песчаники, а аргиллиты играют подчиненную роль. Минимальные фильтрационные свойства пород характерны для разреза с преобладанием аргиллитов и алевролитов.

Чтобы дать более наглядную характеристику водоносности триасово-юрской толщи, можно воспользоваться величиной «приведенного удельного дебита». Он определяется как частное от деления удельного дебита на мощность водоносных пород, вскрытых скважиной. Этот дополнительный показатель позволяет более объективно оценить водоносность описываемой толщи. Удельный дебит зависит не только от фильтрационных свойств пород,

Некоторые показатели водоносности триасово-юрской толщи
Челябинского бурогольного бассейна

Наименование шахтных полей	№ скважин	Удельный дебит, л/с	Приведенный удельный дебит, л/с	Коэффициент фильтрации, м/сут
Минимальные данные				
№ 16	642	0,0021	0,00001	0,003
Северо-западная синклиналь	6	0,004	0,0001	0,0019
Заболоченное	197	0,004	0,0001	0,0135
Ключевское 1	25	0,004	0,00009	0,013
Сарыкульское	567	0,004	0,00015	0,026
№ 35	58	0,006	0,0001	0,017
Максимальные данные				
Северо-западная синклиналь	1	0,5	0,015	1,79
»	3	0,43	0,107	7,92
Подозерное	107	0,559	0,014	1,28
Ерофеевское	272	0,35	0,020	2,74
№ 35—36	60	0,375	0,0054	0,62
»	380	0,79	0,0051	0,39
»	381	0,317	0,012	0,51
Пригородное	100	0,49	0,007	0,62

но и от мощности вскрываемых водоносных пород, а значит и от глубины скважин. С увеличением мощности вскрываемых пород удельный дебит скважин увеличивается. Особенно характерно это для описываемой толщи. Данные по коэффициенту фильтрации и «приведенному удельному дебиту» позволяют получить более всестороннюю характеристику степени водоносности пород.

Данные таблицы 4 свидетельствуют о том, что при равных величинах дебитов «приведенные удельные дебиты» резко отличаются друг от друга в тех случаях, когда скважинами вскрывается различная мощность водоносных горизонтов.

Питание подземных вод триасово-юрской толщи осуществляется в результате инфильтрации атмосферных осадков через покровную палеогеново-меловую толщу и частично за счет вод палеозойских отложений.

Тектонические нарушения являются до некоторой степени коллекторами подземных вод, но вследствие преобладания глинистых и слабОВОдоносных пород в разрезе

триасово-юрской толщи зоны тектонических нарушений не отличаются большой водоносностью. Поэтому в практике горных работ в Челябинском бассейне катастрофических прорывов этих вод не отмечалось. Как показывают наблюдения по шахтам, в одних случаях при пересечении горными выработками зон тектонических нарушений приток увеличивается на 20—40 м³/ч, который с течением времени (15—20 дней) уменьшается до первоначального, в других случаях эти зоны вообще не влияют на притоки.

Для триасово-юрской толщи бассейна характерно закономерное уменьшение водоносности с глубиной залегания пород (табл. 5).

Переходя к гидрогеологической характеристике отдельных стратиграфических свит, необходимо отметить, что изученность их неравномерна. Более детально изучены продуктивные отложения (коркинская и копейская свиты). В меньшей степени выяснена гидрогеология краевых частей бассейна (туринская серия, сарыкульская и калачевская свиты челябинской серии), слабо угленосных и потому менее разбуренных. Недостаточно изучены также и глубокие горизонты бассейна (ниже глубины 300 м).

Туринская серия протягивается неширокой (от 0,5 до 2 км) полосой вдоль восточного борта палеозойского грабена. Полоса исследована пятнадцатью гидрогеологическими скважинами, по данным которых ее следует считать довольно обводненной.

Удельные дебиты скважин нередко превышают 0,5 л/с, коэффициенты фильтрации пород 1,6—7,9 м/сут (табл. 6). Такая большая водоносность связана с широким распространением в составе серии крупнозернистых обломочных и туфогенных отложений, а также значительной трещиноватостью диабазовых покровов. На всем протяжении полосы распространения туринской серии водоносность слагающих ее пород изменяется. В Камышинском угленосном районе отмечаются наиболее высокие удельные дебиты скважин (1,9—2,9 л/с) и коэффициенты фильтрации пород (6,2—9,1 м/сут). Здесь и ширина распространения полосы наибольшая. Севернее, в Копейском районе, удельный дебит скважин уменьшается в среднем до 0,30 л/с. Аналогичное уменьшение дебита скважин отмечается и в южном направлении. В Коркинском районе не зафиксировано скважин, удельный дебит которых пре-

**Уменьшение водоносности
триасово-юрской толщи с глубиной**

№ скважин	Интервал опробования, м	Удельный дебит скважины, л/с	Приведенный удельный дебит, л/с.м	Коэффициент фильтрации, м/сут
Козыревский район				
1	10—58	0,57	0,014	1,79
1	10—87	0,48	0,0066	1,00
1	87—129	0,028	0,00072	0,98
1	129—157	0,017	0,00055	0,07
1	157—200	0,015	0,00042	0,054
2	50—68	0,82	0,0585	4,64
2	69—99	0,027	0,0021	2,40
2	99—147	0,076	0,0016	0,38
2	99—172	0,011	0,00017	0,31
2	173—211	0,006	0,00021	0,04
Копейский район				
9	22—90	0,56	0,0082	0,13
9	101—217	0,029	0,00027	0,03
7	16—81	0,31	0,005	0,52
7	84—161	0,27	0,0031	0,39
Камышинский район				
46	18—59	0,62	0,018	2,51
46	59—127	0,025	0,0004	0,17
50	24—81	0,55	0,0105	1,28
50	81—151	0,13	0,00211	0,30
Коркинский район				
24	17—62	0,116	0,00283	1,12
24	56—110	0,051	0,0011	0,43
24	150—186	0,012	0,0004	0,022
10	13—61	0,048	0,00117	0,96
10	78—110	0,012	0,004	0,18
10	110—130	0,002	0,00026	0,14
Еманжелинский угленосный район				
21	49—56	0,066	0,022	0,86
21	56—206	0,017	0,00011	0,50
162	32—43	0,45	0,05	0,429
162	47—180	0,019	0,00014	0,247
528	60—131	0,003	0,00005	0,172
528	131—189	0,002	0,00004	0,009

**Дебиты скважин
и коэффициенты фильтрации пород Туринской серии**

№ скважин	Интервал опробования, м	Удельный дебит, л/с	Приведенный удельный дебит, л/с.м	Коэффициент фильтрации, м/сут
Копейский район				
38	65—85	0,3	0,016	2,10
32	64—91	0,26	0,0108	1,22
70	34—58	0,31	0,0141	2,11
Камышинский район				
26	61—101	2,94	0,081	9,10
13	40—119	0,55	0,0072	7,90
21	44—85	1,92	0,051	6,2
45	19—100	0,45	0,0057	3,9
Коркинский район				
153	51—101	0,4	0,011	3,20
80	6—70	1,26	0,021	5,39
85	35—73	0,42	0,0123	1,64
83	22—93	0,58	0,0084	1,68
92	33—93	0,21	0,0038	0,75
104	38—84	1,44	0,033	4,29
Еманжелинский район				
80	56—115	0,142	0,0027	0,03
425	27—151	0,04	0,00033	0,09

вышал бы 1,44 л/с. Еще южнее, в Еманжелинском районе, удельные дебиты скважин уменьшаются до 0,04—0,14 л/с, коэффициент фильтрации пород — до 0,09—0,03 м/сут. Преобладающее значение приведенного удельного дебита составляет 0,014 л/с м.

Водоносность челябинской серии рассмотрим по отдельным составляющим ее свитам. Наименьшей из всех как по мощности, так и по площади распространения является сарыкульская свита. Она известна только в Еманжелинском районе. Вдоль восточного борта грабена отложения этой свиты протягиваются узкой полосой протяженностью 11 км. Свита опробована опытными откачками по двум скважинам, удельный дебит их составил 0,03 л/с, а коэффициент фильтрации пород 0,04 м/сут.

По всем имеющимся признакам можно предполагать, что водоносность свиты невелика.

Несколько большее распространение имеют отложе-

ния калачевской свиты, протягивающиеся неширокой и прерывистой полосой вдоль восточного борта палеозойского грабена. Ее отличительная особенность — большая изменчивость водоносности по простиранию. Наиболее водоносна эта свита в Коркинском районе, где удельные дебиты скважин достигают 2,6 л/с, а коэффициент фильтрации пород 11,8 м/сут (табл. 7). Севернее, в Камышинском районе, водоносность свиты значительно ниже.

Таблица 7

Дебиты скважин и коэффициенты фильтрации пород
Калачевской свиты Челябинской серии

№ скважин	Интервал опробования, м	Удельный дебит, л/с	Приведенный удельный дебит, л/с.м	Коэффициент фильтрации пород, м/сут
Козыревский район				
51	12—119	0,60	0,0058	1,36
52	17—121	0,11	0,0011	0,16
Камышинский район				
32	43—56	0,34	0,026	3,7
25	47—84	0,39	0,011	3,1
24	43—95	0,40	0,0077	0,053
23	33—126	0,29	0,0032	0,016
Коркинский район				
101	38—74	1,60	0,046	0,82
82	50—70	2,60	0,13	11,80
81	34—70	1,51	0,042	6,44
Еманжелинский район				
81	59—119	0,004	0,00007	0,001

Южнее Коркино водоносность калачевской свиты уменьшается, по-видимому, быстрее, чем к северу, однако и изученность ее в этом направлении слабая. Характерный приведенный удельный дебит данных 18 скважин — 0,006 л/с м. Максимально возможный дебит скважин составляет 1 л/с и реже 2—10 л/с.

Отложения копейской свиты распространены в виде двух полос. В западной части северной половины бассейна (Козыревский и Копейский районы) она занимает обширную площадь. В Камышинском районе западная полоса суживается и близ границы с Коркинским районом полностью выклинивается. В южной половине бассейна

(Кичигинский, Еманжелинский и Коркинский районы) свита распространена в восточной его части. Восточная полоса протягивается и в Камышинский район, где она становится узкой и, приближаясь к границе с Коркинским районом, полностью исчезает.

По данным опытных гидрогеологических работ водоносность копейской свиты в целом невелика: удельные дебиты скважин в большинстве случаев колеблются от 0,003 до 0,08 л/с, коэффициенты фильтрации пород 0,002—0,33 м/сут. Среднее значение приведенного удельного дебита равно 0,004 л/с м. (табл. 8). Повышенной

Таблица 8

Дебиты скважин и коэффициенты фильтрации пород Копейской свиты Челябинский серии

№ скважин	Интервал опробования, м	Удельный дебит, л/с	Приведенный удельный дебит, л/с.м	Коэффициент фильтрации пород, м/сут
Козыревский район				
22	33—101	0,86	0,015	0,32
28	17—165	0,10	0,0079	0,20
Камышинский район				
281	53—111	0,014	0,0003	0,29
742	56—243	0,003	0,00002	0,002
108	53—105	0,074	0,0054	0,42
112	90—208	0,57	0,0056	0,59
Коркинский район				
65	14—69	0,2	0,0039	1,22
114	39—88	0,09	0,004	0,121
1577	39—180	0,81	0,0069	0,79
Кичигинский район				
102	105—183	0,159	0,0024	0,57
262	49—130	0,09	0,0011	0,10

водоносностью отличается копейская свита в Козыревском районе, но здесь удельные дебиты редко превосходят 1 л/с. Максимально возможный расчетный дебит скважин для всей полосы распространения Копейской свиты находится в пределах 1—10 л/с и характеризует толщу как слабо водоносную.

Отложения коркинской свиты занимают наибольшую часть бассейна. Водоносность отложений свиты опробована откачками по 79 скважинам, из которых 48 распо-

ложены в западной части бассейна, а 31 скважина — в восточной.

Наибольшей водоносностью отложения коркинской свиты обладают в северной части (Козыревский район), где доминируют удельные дебиты скважин — 0,1—0,5 л/с, а максимальный достигает 0,9 л/с. Приведенный удельный дебит скважин колеблется от 0,025 до 0,0012 л/с м; коэффициенты фильтрации пород колеблются в пределах 0,12—5,28 м/сут. Южнее, в Копейском районе, дебит скважин уже не превышает 0,7 л/с. В Камышинском районе преобладают удельные дебиты скважин 0,01—0,05 л/с, а максимальный — 0,83 л/с, коэффициент фильтрации пород 3,34 м/сут. Среднее значение приведенного удельного дебита составляет 0,0005 л/с м (табл. 9).

Аналогичная картина наблюдается и в южной половине бассейна. В Коркинском районе, так же как и в Козыревском, преобладают скважины с удельным дебитом 0,1—0,6 л/с, а максимальный не превосходит 0,82 л/с. Коэффициент фильтрации пород изменяется от 0,05 до 2,80 м/сут. Южнее, в Еманжелинском районе, преобладающий удельный дебит скважин меньше, он изменяется в пределах 0,01—0,07 л/с. Максимальный удельный дебит по скважинам в этом районе составляет 0,11 л/с. В крайней южной части бассейна (в Кичигинском районе) преобладают удельные дебиты скважин 0,1—0,01 л/с, наибольший — 0,04 л/с. Значение удельных дебитов здесь понижается до 0,004 л/с.

Отложения сугоякской свиты распространены в южной части Сугоякского района. В центральной части площадь их распространения суживается, и несколько севернее озера Сугояк они выклиниваются полностью.

Преобладающая водоносность пород свиты характеризуется удельными дебитами скважин 0,1 л/с и коэффициентами фильтрации пород 0,5 м/сут. Приведенный удельный дебит скважин составляет в среднем 0,0009 л/с м и является минимальным для всей триасово-юрской толщи бассейна. Максимально возможный дебит скважин колеблется в пределах 0,1—1,0 л/с и повышается только в южной части района, вблизи реки Миасс — до 2—3 л/с.

Рассмотрение водоносности триасово-юрской толщи бассейна по отдельным свитам показывает, что их водоносность по мере перехода от нижних свит к верхним закономерно уменьшается (табл. 10). При этом уменьшение

Дебиты скважин и коэффициенты фильтрации пород
Коркинской свиты Челябинской серии

№ скважин	Интервал опробования, м	Удельный дебит, л/с	Приведенный удельный дебит, л/с.м	Коэффициент фильтрации, м/сут
Козыревский район				
17	17—150	0,27	0,0024	0,50
1	10—58	0,57	0,014	1,79
2	69—99	0,027	0,0021	2,40
642	25—62	0,10	0,0051	0,38
Копейский район				
11	5—51	0,08	0,0017	0,17
13	14—25	0,3	0,03	2,88
Камышинский район				
141	37—149	0,009	0,0000067	0,094
333	34—98	0,36	0,0058	1,128
110	23—152	0,09	0,0008	0,91
46	18—59	0,83	0,004	3,34
109	90—295	0,005	0,00002	0,004
147	24—98	0,02	0,0028	0,36
Коркинский район				
70	13—61	0,048	0,0012	0,96
381	4—46	0,48	0,012	0,48
380	51—90	0,07	0,002	0,38
67	21—84	0,82	0,014	2,80
63	147—150	0,007	0,0023	0,05
100	8—126	0,5	0,0048	0,49
69	50—67	0,3	0,011	2,65
Еманжелинский район				
272	28—125	0,017	0,00021	0,023
811	34—100	0,11	0,0019	0,3
828	57—139	0,05	0,00061	0,1
162	8—31	0,011	0,00058	0,06
Кичигинский район				
78	3—12	0,02	0,0022	0,203
89	5—127	0,01	0,00009	0,02
90	5—101	0,04	0,00048	0,14

наглядно иллюстрируется по «приведенному удельному дебиту», тогда как по удельному дебиту выявить такую закономерность затруднительно. Соответственно изменяется и водопроницаемость пород. Исключение составляют отложения сарыкульской свиты. Эта закономерность

Таблица 10

Сравнительная таблица водообильности пород по отдельным свитам Челябинского бассейна

Наименование свит и серий (снизу вверх)	Удельный дебит скважин, л/с			Приведенный удельный дебит, л/с.м			Коэффициент фильтрации, м/сут		
	преобладающий	максимальный	минимальный	преобладающий	максимальный	минимальный	преобладающий	максимальный	минимальный
Туринская	0,50	2,94	0,04	0,014	0,082	0,00033	3,9	9,1	0,03
Калачевская	0,30	2,60	0,004	0,006	0,13	0,00007	1,36	11,8	0,001
Копейская	0,10	1,59	0,003	0,004	0,0305	0,00002	0,40	2,35	0,002
Коркинская	0,20	0,9	0,004	0,0025	0,10	0,00002	0,4	5,28	0,004
Сугоякская	0,10	0,78	0,0005	0,0009	0,0066	0,000009	0,32	3,68	0,0055

находится в соответствии с литологическим составом угленосной толщи, более крупнообломочной в низах стратиграфического разреза и более глинистой — в верхах. Такая дифференциация обломочных пород толщи свидетельствует о том, что дно грабена в ранний период его формирования опускалось более быстро и о постепенном затухании процесса погружения в более позднее время. Следует добавить, что угленасыщенность свит подчинена той же закономерности. Быстрые потоки в более древнее время не создавали благоприятных условий для угленакопления в нижних свитах. Позже более спокойная обстановка способствовала образованию болот и накоплению в верхних свитах угленосной толщи растительного материала.

Подземные воды палеогеново-мелового водоносного комплекса имеют широкое площадное распространение (рис. 7). В рассматриваемом районе этот комплекс образует два бассейна подземных вод, разграниченных между собой подземным валом нижнемезозойских отложений. Один бассейн расположен на западном борту Челябинского грабена и носит название припалеозойской депрессии. Другой, называемый «Восточным мелом», находится за восточным бортом грабена.

Водоносный комплекс приурочен к породам мелового и палеогенового возраста. Меловые отложения представлены песчаниками и песками, среди которых залегают линзы опоковидных глин и кремнистых и неокремненных опок. Палеогеновые отложения представлены мергелистыми глинами, кремнистыми и неокремненными опоками и песками.

По условиям циркуляции подземных вод водоносный комплекс подразделяется на водоносный горизонт трещино-пластовых вод, залегающих в песчаниках и кремнистых опоках, и на водоносный горизонт порово-пластовых вод, циркулирующих среди олигоценых песков.

В основании палеогеновых отложений залегает наиболее выдержанный слой кремнистой опоки, который подстилается меловыми водоносными песчаниками. Отсутствие между ними выдержанного водоупора и их большое площадное распространение дало возможность объединить палеогеновый и меловой горизонты в единый палеогеново-меловой водоносный комплекс. На отдельных участках палеогеновые кремнистые опоки и меловые песчаники разобщены между собой слоем мергелистой глины.

По простиранию слой не выдержан, поэтому оба горизонта гидравлически связаны между собой.

Палеогеново-меловой водоносный комплекс обладает повышенной водоносностью. Он широко распространен в восточной части Челябинского бассейна. Здесь он вскрыт рядом скважин, пройденных с целью поисков источников водоснабжения для рабочих поселков, шахт и городов Челябинского бассейна.

В восточном направлении его мощность и глубина залегания увеличиваются. Водоносность палеогеново-меловых отложений на большой площади остается, примерно, постоянной и колеблется по максимальному дебиту скважин от 1 до 10 л/с. Исключение составляют небольшие участки в районах деревень Николаевка, Устьянцево, Фроловка, Таукаево и Чернявская. Максимальные дебиты скважин здесь достигают 20 и более л/с.

Палеогеново-меловой водоносный комплекс в пределах собственно Челябинского бассейна распространен неповсеместно. Глубина залегания его кровли изменяется от 9,0 до 60 и более метров. Максимальные глубины залегания отмечены за восточным бортом грабена — в Коркинском и Еманжелинском угленосных районах, минимальные — в средней части бассейна.

Наибольшая водоносность наблюдается на участке «Восточный мел», расположенном на восточном борту палеозойского грабена. Коэффициент фильтрации пород здесь колеблется от 2,66 до 39,0 м/сут, удельный дебит скважин от 0,7 до 4,18 л/с. Согласно расчетным данным, максимально-возможный приток в скважины на участке при понижении уровня воды на половину величины напора составляет более 20 л/с. Примерно такими же значениями коэффициента фильтрации и удельного дебита скважин характеризуется этот же комплекс, залегающий на припалеозойской депрессии в Коркинском угленосном районе. Исключение составляют лишь участки бывших эксплуатационных скважин 31-бис и 23, по которым удельный дебит достигал 5,8 и 7,0 л/с, а коэффициент фильтрации водоносных пород 70 и 150 м/сут (табл. 11).

Наименьшей водоносностью палеогеново-меловой комплекс характеризуется в средней части Челябинского бассейна.

Величина напора водоносного комплекса достигает 30—40 м и обусловлена перекрывающей его водонепрони-

Таблица 11

**Дебиты скважин
и коэффициенты фильтрации пород
палеогеново-меловых отложений**

№ скважин	Интервал опробования, м	Удельный дебит, л/с	Коэффициент фильтрации, м/сут
Козыревский район			
18	31—36	0,124	6,3
27	3—12	0,20	5,0
63	35—54	3,50	35,5
Копейский район			
29	32—44	2,11	14,5
40	48—62	0,11	2,09
48	44—64	2,1	11,0
64	32—42	4,19	39,0
Камышинский район			
28-бис	30—45	1,22	8,1
152	31—59	0,49	2,0
153	37—65	0,71	2,66
Коркинский район			
23	38—64	7,02	150,2
53	50—69	0,46	4,4
98	32—85	1,19	3,32
74	18—69	2,09	22,0
96	40—86	0,93	3,53
Еманжелинский район			
94	17—97	1,28	0,1
101	25—79	2,35	1,38
105	53—95	0,037	0,08
103	29—81	0,35	2,0
90	10—71	3,58	1,06

цаемой толщей. Пьезометрический уровень устанавливается на различных глубинах от поверхности земли.

Подземные воды палеогеновых отложений представлены двумя водоносными горизонтами. Первый приурочен к кремнистым опокам эоцена, залегающим в виде одного или двух слоев, разделенных водонепроницаемыми опочковыми глинами. В районе Челябинского бассейна этот горизонт распространен повсеместно и залегает в виде линз различных размеров. Водоносность горизонта раз-

личная. Удельные дебиты скважин изменяются от 0,006 до 0,8 л/с.

Что касается второго водоносного горизонта палеогеновых отложений, то он приурочен к мелкозернистым, хорошо отсортированным пескам олигоцена. Распространен горизонт неповсеместно и залегает в виде изолированных, реже сообщающихся между собой, небольших бассейнов. Местами горизонт эксплуатируется для питьевых и хозяйственных целей с помощью неглубоких трубчатых колодцев, производительность которых достигает 1,0 л/с.

Четвертичные отложения, вследствие пестрого литологического состава пород, характеризуются весьма разнообразными гидрогеологическими условиями. Кроме верховодки, залегающей в виде горизонтов, подвешенных на различных глубинах среди бурых суглинков и песчаных глин, встречаются иногда и более выдержанные водоносные горизонты, приуроченные к песчано-глинистым аллювиальным отложениям современных рек. Среди вод четвертичных отложений наибольшее значение имеют воды аллювиальных отложений реки Миасс. Приурочены они к пескам и суглинкам, мощность которых в районе бассейна не превышает 8 метров. По данным пробных откачек из шурфов, пройденных в долине реки Миасс у деревни Сычево, дебит их составлял от 0,7 до 1,3 л/с, а коэффициент фильтрации пород до 10 м/сут.

Аллювиальные отложения рек Еманжелинка, Ключевская, Каменка и Чумляк представлены глинистыми, практически неводоносными осадками.

Наибольшее распространение аллювиальные отложения имеют в долине реки Увелька, где они представлены галечниками, песками и суглинками общей мощностью от 8 до 12 м.

Характеристика химического состава подземных вод бассейна основывается на данных более чем 1500 химических анализов проб воды, из которых 96 относятся к водам палеозойских пород, 970 — к триасово-юрской толще, 274 — к палеогеново-меловым отложениям, 36 — к четвертичным отложениям и 154 — к смешанным водам. Подземные воды палеозойских образований в подавляющем большинстве пресные, гидрокарбонатного кальциевого и гидрокарбонатного натриевого состава. Но локально встречаются солоноватые и соленые.

Подземные воды порфиритов по преобладающему чис-

лу анализов относятся к гидрокарбонатному классу натриевой группы, первому типу (в табл. 12 приведены только выборочные анализы). В большинстве эти воды пресные, их минерализация колеблется от 190 до 639 мг/л.

Но локально залегают и солоноватые воды. Например, в Еманжелинском районе вблизи озера Б. Сарыкуль и в Копейском районе у озера Курлады обнаружена вода, общая минерализация которой изменяется от 1 до 6 г/л. По химическому составу солоноватые воды относятся к хлоридному классу натриевой группы, третьему (б) гидрохимическому типу. В порфиритах в районе озера Курлады отмечены и соленые воды, где сумма ионов достигает 14,3 г/л. Воды принадлежат к хлоридному классу, группе натрия, второму и третьему типам. Подземные воды в сланцах и кварцитах, вскрытые севернее озера Курлады, пресные — сумма ионов составляет 634—803 мг/л. По химическому составу они относятся к гидрокарбонатному классу, группе натрия и магния, второму и третьему типам. Реже встречается хлоридный класс.

Пресные (463—828 мг/л) воды серпентинитов распространены на восточном борту грабена вблизи реки Миасс. По химическому составу они относятся к гидрокарбонатному классу — C_{I}^{Na} , $C_{I}^{Na, Ca}$, C_{I}^{Ca} .

Метаморфические образования наиболее широко развиты в средней и северной частях восточного борта грабена. Воды этих образований принадлежат к пресным с суммой ионов до 1 г/л. По анионному составу они гидрокарбонатные, а по катионному — кальциевые. Тип вод преимущественно второй. Отдельными скважинами в метаморфических породах были вскрыты воды с минерализацией до 2,8 г/л, также относящиеся к гидрокарбонатному классу. Наличие высокоминерализованных вод объясняется смешением с вышележащими палеогеново-меловыми водами, имеющими в этом районе повышенную минерализацию.

Подземные воды известняков широко распространены на западном борту грабена. Преимущественно они пресные (общая минерализация 0,2—0,7 г/л), относятся к гидрокарбонатному классу, кальциевой и натриевой группам различных типов: C_{I}^{Ca} , C_{II}^{Ca} , C_{III}^{Ca} , C_{II}^{Na} , S_{II}^{Na} .

Химический состав подземных вод палеозойских пород, мг/л, мг/экв. %

Таблица 12

№ скважин (числитель), интервал опробования (знаменатель)	Название пород	Год вы- полнения анализа	Cl'	SO ^{''} ₄	HCO ['] ₃ + CO ^{''} ₃	Na+K	Mg ^{''}	Ca ^{''}	Сумма ионов, мг/л	Жесткость общая, мг/экв	Индекс химиче- ского состава
<u>2</u> 17—92	Порфириты	1949	6	8	188	7	7	51	267	3,1	C _I ^{Ca}
			6	6	88	11	17	72			
<u>1</u> 22—88	»	1949	95	240	117	131	30	29	642	3,9	S _{II} ^{Na}
			28	52	20	59	26	15			
<u>216</u> 46—78	»	1949	114	62	316	113	30	47	682	4,8	C _I ^{Na}
			33	13	54	50	26	24			
<u>82</u> 67—90	»	1947	100	148	329	156	25	51	809	4,5	C _I ^{Na}
			25	27	48	60	18	22			
<u>98</u> 75—100	»	1950	2716	539	174	1584	333	380	5726	21,7	GI _{III6} ^{Na}
			60	18	22	76	3	21			
<u>37</u> 13—101	Серпентиниты	1953	41	92	472	83	42	75	804	7,1	C _I ^{Ca}
			10	18	72	34	31	35			
<u>35</u> 20—103	»	1953	107	135	356	145	34	51	828	5,3	C _I ^{Na}
			26	24	50	54	24	22			

№ скважин (числитель), интервал опробования (знаменатель)	Название пород	Год вы- полнения анализа	Cl'	SO ^{''} ₄	HCO ['] ₃ + CO ^{''} ₃	Na'+K'	Mg ^{..}	Ca ^{..}	Сумма ионов, мг/л	Жесткость общая, мг/экв	Индекс химиче- ского состава
<u>98</u>	Серпентиниты	1950	19	18	310	51	20	45	463	3,8	C _I ^{NaCa}
81—166			8	7	85	37	26	37			
<u>44</u>	Воды мета- морфических пород	1938	80	134	322	66	32	100	730	7,6	C _{II} ^{Ca}
65—91			21	27	52	26	25	49			
<u>45</u>	»	1939	218	224	1582	777	38	13	2852	2,9	C _I ^{Na}
61—74			17	13	70	92	6	2			
<u>6</u>	Известняки	1950	6	7	165	12	4	45	239	2,5	C _I ^{Ca}
4—76			7	3	90	17	10	73			
<u>851</u>	»	1949	108	141	417	67	58	101	892	9,8	C _{IIIa} ^{Ca}
17—44			24	22	54	23	38	39			
<u>83</u>	»	1954	285	723	312	322	98	120	1860	14,1	S _{II} ^{Na}
35—120			28	54	18	50	29	21			

В известняках встречаются и воды с повышенной минерализацией до 2 г/л состава $\text{C}_{\text{II}}^{\text{Ca}}$, $\text{S}_{\text{II}}^{\text{Na}}$.

На графике (рис. 8) видно, что химический состав вод палеозойских пород разнообразный. Сравнительно высокое содержание щелочных металлов отмечается в водах порфиров. Во всех остальных случаях отношение $\frac{r[\text{Na}^+ + \text{K}^+]}{r[\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}]}$ в зависимости от общей минерализации воды колеблется в больших пределах — от 0,13 до 4,0, а соотношение $\frac{r\text{Ca}^{++}}{r\text{Mg}^{++}}$ от 0,2 до 2,3. (рис 9). Подземные воды триасово-юрской толщи имеют весьма различную общую минерализацию. В толще можно встретить пресные воды с суммой ионов всего лишь 0,5—0,8 г/л.

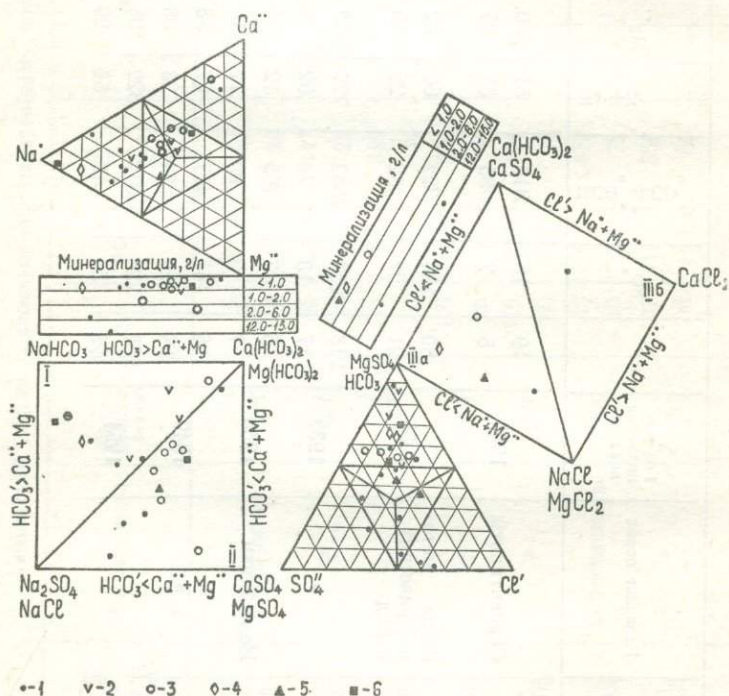


Рис. 8. График химического состава подземных вод палеозойских пород:

1 — порфириты; 2 — серпентиниты; 3 — известняки; 4 — кварциты; 5 — сланцы; 6 — метаморфические породы

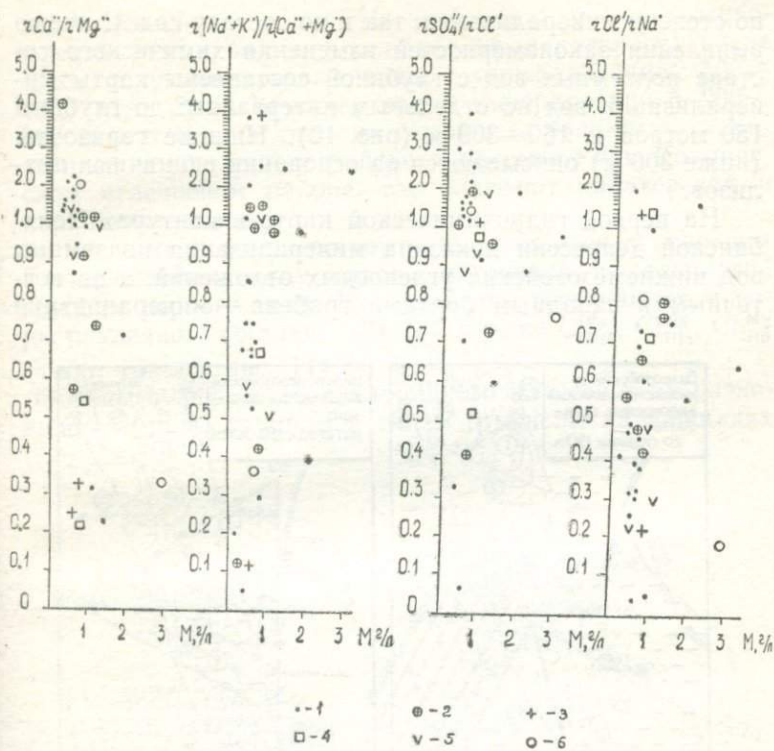


Рис. 9. Зависимость отношений $\frac{rCa^{2+}}{rMg^{2+}}$; $\frac{r(Na^+ + K^+)}{r(Ca^{2+} + Mg^{2+})}$; $\frac{rSO_4^{2-}}{rCl^-}$; $\frac{rCl^-}{rNa^+}$ от общей минерализации подземных вод палеозойских пород:

1 — известняки; 2 — порфириды; 3 — кварциты; 4 — сланцы; 5 — серпентиниты; 6 — метаморфические породы

Отмечаются также и соленые воды с содержанием ионов 20—30 и более г/л. По химическому составу они пестрые. Основное разнообразие в составе вод обусловлено катионами. Общая жесткость воды закономерно возрастает с увеличением минерализации от 10 мг/экв в пресных водах, до 338 мг/экв в соленых водах.

Нанесение на карту результатов анализов вод позволило выделить, с учетом геологического строения триасово-юрской толщи, ряд площадей, различающихся как

по степени минерализации, так и по составу вод. С целью выявления закономерностей изменения химического состава подземных вод с глубиной составлены карты минерализации вод по отдельным интервалам: до глубины 150 метров и 160—300 м (рис. 10). Нижние горизонты (ниже 300 м) описываются на основании единичных анализов.

На первой гидрохимической карте в контурах Челябинской депрессии показана минерализация подземных вод нижнемезозойских угленосных отложений, а за восточным и западным бортами грабена — минерализация

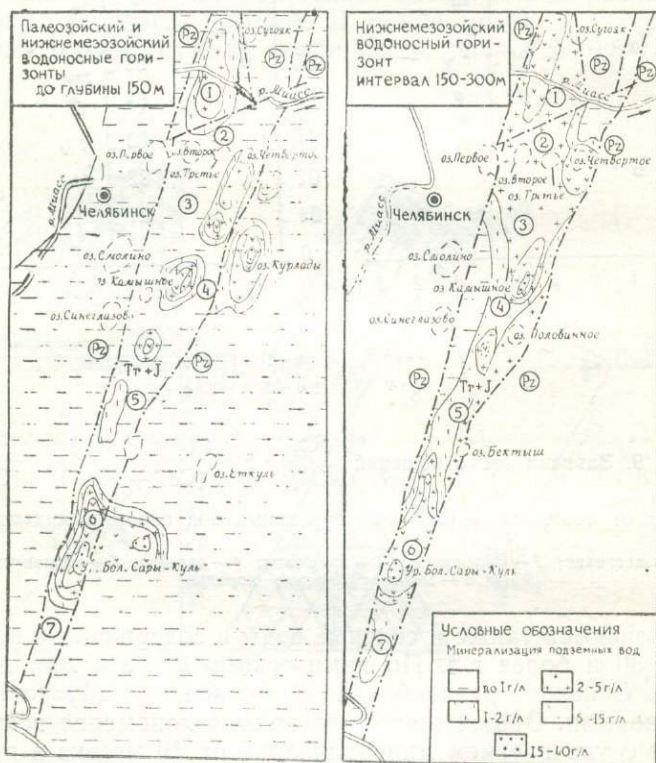


Рис. 10. Карта минерализации подземных вод района Челябинского бурогоугольного бассейна. Угольные районы: 1 — Сугоякский; 2 — Козыревский; 3 — Копейский; 4 — Камышинский; 5 — Коркинский; 6 — Еманжелинский; 7 — Кичигинский

вод палеозойских пород. На этой карте среди триасово-юрской толщи видно, что наибольшее распространение здесь получили пресные воды с минерализацией 500—1000 мг/л. Зона пресных вод с минерализацией 200—500 мг/л отмечена лишь на самом юге бассейна — в Кичигинском угленосном районе и на севере — в Козыревском угленосном районе, где залегают калачевская и коркинская свиты.

По химическому составу воды относятся в основном к гидрокарбонатному классу, натриевой и кальциевой группам первого типа. Но среди них встречаются и воды различного состава: S_{II}^{Mg} , S_{II}^{Na} и реже Cl_{IIIb}^{Ca} , Cl_{IIIa}^{Na} , Cl_{IIIb}^{Mg} (табл. 16—18, рис. 11).

Воды сульфатного и хлоридного классов с их разновидностями по группам и типам отмечены на площадях

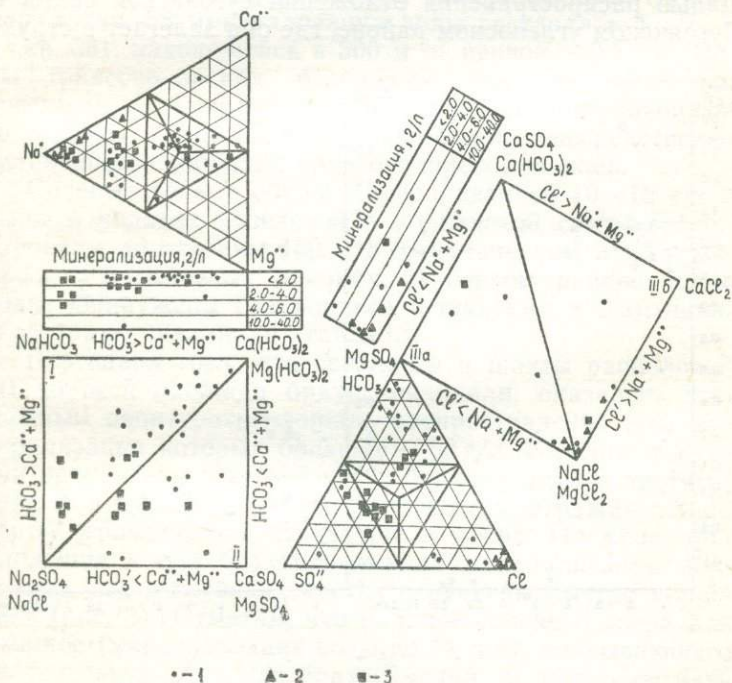


Рис. 11. График химического состава подземных вод триасово-юрской толщи:

1 — воды верхних горизонтов (до глубины 150 м); 2 — воды средних горизонтов (150—300 м); 3 — воды нижних горизонтов (ниже 300 м)

залегания брахисинклинальных структур. Отношение $\frac{rCa^{++}}{rMg^{++}}$ в зависимости от степени минерализации воды колеблется в основном в пределах 1—2 для пресных и от 0,08 до 0,8 и редко до 8—9 для соленых вод. Отношение $\frac{r[Na^{+} + K^{+}]}{r[Ca^{++} + Mg^{++}]}$ в зависимости от степени минерализации колеблется в больших пределах: в основном от 0,03 до 2,0 и реже до 8—9. Причем преобладание щелочных металлов наблюдается преимущественно в интервале глубин 150—300 м (рис. 12).

Как видно из гидрохимической карты, солоноватые и соленые воды протягиваются в виде полос, приуроченных к синклинальным структурам. Так, полоса солоноватых вод с минерализацией 1—5 г/л совпадает с площадью распространения отложений сугоякской свиты в Сугоякском угленосном районе, где она залегает в струк-

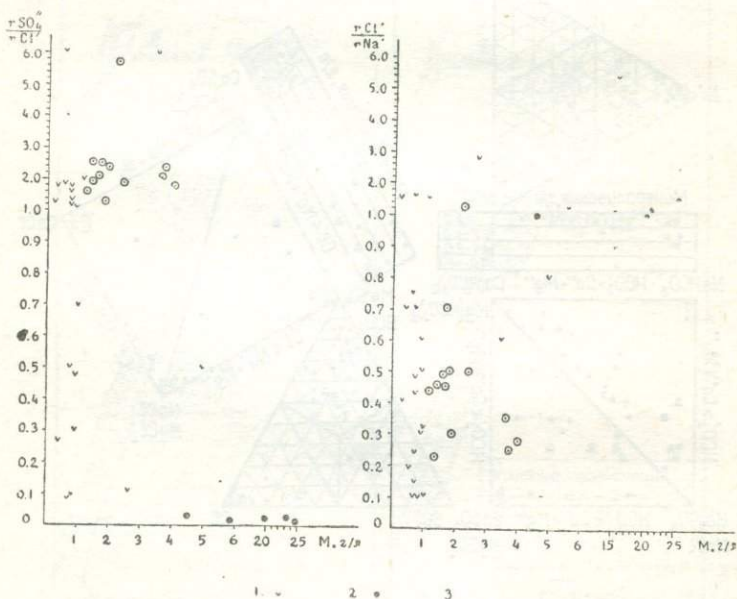


Рис. 12. Зависимость отношений $\frac{rCa^{++}}{rMg^{++}}$; $\frac{r(Na^{+} + K^{+})}{r(Ca^{++} + Mg^{++})}$ от общей минерализации подземных вод триасово-юрской толщи:

1 — верхние горизонты; 2 — средние горизонты; 3 — нижние горизонты

турах шахтных полей Сугоякского 1—2, Сугоякского 3 и др. Южнее, в Козыревском угленосном районе, полоса захватывает Западно-Козыревскую структуру коркинской и копейской свит. Другая полоса этих вод с минерализацией 1—10 г/л совпадает с площадью распространения пород коркинской свиты Копейской синклинали. В плане она проходит от озера Четвертого в косомеридиональном направлении на юг через шахтные поля 16, 205, 21, 22, 23 и обрывается на поле шахты 4—6.

Направление третьей полосы солоноватых вод (минерализация до 5 г/л) также косомеридиональное. Но по некоторым шахтам и скважинам, расположенным в западной и северной частях структуры, отмечены и пресные воды с минерализацией до 1000 мг/л (скв. 48, 25, шахты 30, 20, 17). Даже рядом расположенные скважины часто имеют воду различной минерализации. Например, в скв. 58 минерализация воды составляет 4 г/л, а в скв. 381, находящейся в 300 м от первой,— 0,7 г/л. Воды триасово-юрских отложений здесь разбавляются пресными палеогеново-меловыми водами, поступающими со стороны припалеозойской депрессии, непосредственно граничащей с запада с триасово-юрской толщей.

Соленые воды с общей минерализацией 10—15 г/л и выше в породах копейской и коркинской свиты зафиксированы до глубины 150 м в Камышинском и Еманжелинском угленосных районах. В первом районе такие воды обнаружены скважинами и шахтами в Камышинской брахисинклинали (табл. 13).

Благодаря тому, что скважины и шахты расположены по всей площади брахисинклинали, оказалось возможным оконтурить площадь распространения вод, минерализация которых большая — 39 г/л. Выяснилось, что они приурочены к осевой части брахискладки и протягиваются в меридиональном направлении, отражая общие черты геологической структуры в плане. По мере приближения к оси брахисинклинали минерализация подземных вод в глубоких частях структуры быстро нарастает (рис. 3). Отметим, что наличие соленого озера Камышное (минерализация воды до 14 г/л), покрывающего значительную площадь брахискладки, не могло сыграть решающей роли в метагенезе подземных вод вследствие экранирования мощной (20 м) толщей опоковых глин, которые залегают на триасово-юрских отложениях.

Таблица 13

**Минерализация вод триасово-юрской толщи
по Камышинской брахисинклинали
(до глубины 150 м)**

Место взятия пробы	Глубина опробования, м	Минерализа- ция, г/л
Скважина 45	20,0—100,0	13,76
» 108	197,0	10,26
» 3	73,0—86,0	38,88
» 107	81,0—151,0	27,33
» 318	26,0—144,0	25,65
» 333	98,0—113,0	25,95
Шахта № 50	110,0	24,08
» № 45	96,0	26,12
» № 42-бис	110,0	22,90
» № 42 «Ка- питальная»	72,0	17,26
» № 41	95,0	24,56
» № 44	102,0	22,53

В Еманжелинском районе соленые воды зафиксированы скважинами и шахтами на площадях шахтных полей 18-бис, 19-а (табл. 14).

Соленые подземные воды (минерализация более 24 г/л) хлоридного натриевого состава располагаются узкой полосой, простирающейся в меридиональном направлении от шахты 18-бис до шахтного поля Ключевское

Таблица 14

**Минерализация соленых вод
триасово-юрской толщи
в Еманжелинских брахискладках
(до глубины 150 м)**

Место взятия пробы	Глубина опробования, м	Минерализа- ция, г/л
Скв. 162	32—43	38
» 162	35—96	26
» 197	35—96	26
» 824	17—53	13
» 80	56—115	14
» 81	59—119	13
Шахта 18-бис	Горизонт 130	16
» 19-а	Горизонт 73	24

I—II. Эта полоса проходит частично в районе озера Б.Сарыкуль.

Поверхностные воды озера в данном районе также не могли оказать непосредственного влияния на увеличение минерализации вод глубоких горизонтов, поскольку под озером залегает мощная (10—15 м) толща водонепроницаемых глин. Это подтверждает и незначительная минерализация поверхностных вод (2—3 г/л), тогда как минерализация подземных достигает 42 г/л. Кроме того, по скважине 162 минерализация воды с увеличением глубины закономерно повышается: в интервале 20—31 м она равна 26,8 г/л, на глубине 32—43 м возрастает до 38,6 г/л, а в интервале 170—181 м доходит до 41,9 г/л.

Сопоставляя две гидрохимические карты триасово-юрской толщи, составленных для интервалов: до 150 м и 150—300 м, можно установить, что более $\frac{3}{4}$ всей площади бассейна на первой карте занимают пресные воды. На второй, наоборот, эти воды имеют подчиненное значение, а свыше $\frac{3}{4}$ всей территории занимают солоноватые и соленые воды.

Подобное сопоставление позволяет сделать вывод, что, во-первых, минерализация подземных вод с увеличением глубины залегания возрастет, причем воды верхней зоны, имеющие в основном сульфатно-гидрокарбонатный состав, сменяются в нижней зоне сульфатно-хлоридным. Во-вторых, если пресные воды первой гидрохимической зоны фиксируются на карте на большой площади бассейна, то во второй гидрохимической зоне они в большинстве своем приурочиваются только к бортам палеозойского грабена. Такое явление можно объяснить условиями циркуляции подземных вод. Известно, что у бортов грабена залегает грубообломочный материал (пролювий), характеризующийся более высокими фильтрационными свойствами, чем отложения, слагающие центральную часть бассейна. Следовательно, у бортов грабена существуют условия для вымывания солей из отложений и выноса их водами за пределы бассейна. Этому способствует также наличие местной области питания.

Солоноватые воды нижнемезозойских отложений в интервале глубин 150—300 м имеют преимущественное распространение и залегают почти во всех свитах бассейна. Особенно большая площадь распространения при-

надлежит слабо солоноватым водам в Сугоякском, Козыревском и Копейском угленосных районах, где минерализация их колеблется в пределах 2—5 г/л. В восточной части этих районов солоноватые воды примыкают к двум центрам засоления, приуроченным к Козыревской и Камышинской брахискладкам. Южнее полоса вод с минерализацией 1—2 г/л и 2—4 г/л постепенно суживается. Еще дальше на юг зона вод с минерализацией, редко превышающей 2 г/л, проходит по западной части Коркинского угленосного района. В Еманжелинском районе солоноватые воды с минерализацией до 10 г/л распространены почти сплошь и уступают лишь локально залегающим соленым водам. На самом юге бассейна воды с минерализацией 1—2 г/л залегают в пределах шахтных полей Куллярского I—II, Красносельского IV, Красносельского III, разреза 7 и занимают господствующее положение на данной площади.

Соленые воды в Челябинском бассейне в интервале глубин 150—300 м отмечены на трех участках: по Козыревской, Камышинской брахисинклиналям, и по моноклиналям шахтных полей: 18-бис, 19-а, Заболоченное (табл. 15).

Из приведенных данных видно, что во второй зоне (150—300 м) наибольшая минерализация подземных вод

Таблица 15

**Минерализация соленых вод
в Челябинском бассейне
в интервале глубин 150—300**

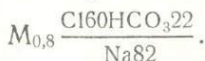
Место взятия пробы	Глубина опробования, м	Минерализация, г/л
Козыревская брахисинклиналь		
Скв. 622	150—205	10,19
» 642	190—322	14,56
Камышинская брахисинклиналь		
Скв. 333	174—258	17,94
Шахта № 42-бис	198	20,44
Еманжелинский район		
Скв. 197	204—305	25,84
» 162	47—180	41,98
Шахта № 19-А	Горизонт 153	18,48
» № 18-бис	Горизонт 150	19,8

триасово-юрской толщи (25,8—41,9 г/л) отмечена по скважинам 197 и 162 Еманжелинского района.

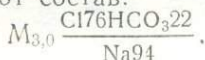
Глубокие горизонты триасово-юрской толщи в Челябинском бассейне изучены недостаточно. О химизме подземных вод ниже 300 м известно лишь по шести скважинам (табл. 16). Скв. 940 пройдена в Копейском районе, на восточном пологом крыле Тугайкульского антиклиналя. Она пересекла продуктивные отложения Коркинской свиты. На глубине 367—740 м из скважины наблюдался самоизлив газированной воды.

В составе газа, свободно выделяющегося из воды, преобладает метан. Дебит его 0,475 м³/ч. Дебитное отношение газа к воде составляет 1,7:1. По составу вода метановая, хлоридная натриевая, бессульфатная, с некоторым избытком хлорида кальция по отношению к хлориду магния. Общая минерализация воды 21,28 г/л в интервале глубин 366—480 м и 23,15 г/л на глубине 367—740 м.

Скважина 867 (общая глубина 820 м), пройденная в Коркинской брахисинклинальной складке, на шахтном поле Капитальное III, пересекла продуктивную свиту, представленную чередующимися слоями аргиллитов, алевролитов, песчаников и углей. В качественном отношении воды продуктивной толщи были опробованы в двух интервалах глубин. В первом интервале (256—550 м) воды относятся к пресным, состав их следующий:



Во втором интервале (551—820 м) воды относятся к солоноватым и имеют состав:



Приведенные анализы показывают, что состав воды в обоих интервалах одинаковый, но минерализация их различна.

Согласно данным, полученным трестом Южуралнефтеразведка по скважинам, пройденным на шахтных полях Ключевском I—II и Ерофеевском, типичный химический состав воды для глубин 368—1170 м представляется в таком виде:

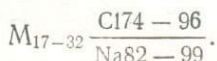


Таблица 16

Химический состав подземных вод нижних горизонтов
триасово-юрской толщи, мг/л, мг/экв. %

№ скважин (числитель), ин- тервал опробо- вания (знаме- натель)	Год вы- полнения анализа	Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ ' + CO ₃ "	Na'+K'	Mg''	Ca''	Сумма ионов, мг/л	Жесткость общая, мг/экв	Индекс химичес- кого анализа
<u>4-р</u> 368-374	1974	2642	30	110	1694	35	6	4517	3,2	Cl _{IIIa} ^{Na}
		97	1	2	96	3	1			
<u>4-р</u> 454-467	1954	10568	16	61	6506	176	198	17525	24,4	Cl _{IIIa} ^{Na}
		98	1	1	95	4	1			
<u>4-р</u> 1170-1137	1953	19212	12	439	3805	119	1843	25430	101,7	Cl _{IIIb} ^{Na}
		97	—	3	62	4	34			
<u>2-р</u> 970-980	1953	11930	35	61	634	42	1174	13876	62,0	Cl _{IIIb} ^{Na}
		99	0,4	0,6	82	1	17			
<u>1-р</u> 1008-1010	1953	13295	25	60	7138	55	1406	21979	74,7	Cl _{IIIb} ^{Na}
		97	1	2	81	1	18			

Химический состав подземных вод триасово-юрской толщи
в интервале глубин 150—300 м, мг/л, мг/экв %

Год произ- водства анализа	№ скважин (чис- литель), интервал опробования, м (знаменатель)	Cl'	SO ₄ ''	HCO ₃ ' + CO ₃ ''	Na'+K'	Mg''	Ca''	Сумма ионов, мг/л	Жесткость общая, мг/экв	Индекс химиче- ского состава																																																																																																								
1949, январь	1	201	564	398	274	53	155	1645	10,3	S _{II} ^{Na}																																																																																																								
	157—200	24	49	27	50	18	32				1949, август	2	176	416	302	190	41	85	1210	6,2	S _{II} ^{Na}	173—211	27	46	27	63	17	20	1951, март	26	143	492	327	433	16	16	1430	1,6	S _I ^{Na}	155—205	21	52	27	90	6	4	1951, апрель	26	185	495	264	410	9	10	1373	0,9	S _{II} ^{Na}	155—275	27	52	21	59	24	17	1949, май	28	520	1335	873	1197	34	39	3998	3,6	S _I ^{Na}	193—204	26	49	25	92	5	3	1949, июль	28	496	1403	513	1037	50	59	3558	5,4	S _I ^{Na}	193—376	27	57	16	86	8	6	1951, август	642	317	567	380	405	67	77	1813	7,1	S _{II} ^{Na}	190—212	33	44
1949, август	2	176	416	302	190	41	85	1210	6,2	S _{II} ^{Na}																																																																																																								
	173—211	27	46	27	63	17	20				1951, март	26	143	492	327	433	16	16	1430	1,6	S _I ^{Na}	155—205	21	52	27	90	6	4	1951, апрель	26	185	495	264	410	9	10	1373	0,9	S _{II} ^{Na}	155—275	27	52	21	59	24	17	1949, май	28	520	1335	873	1197	34	39	3998	3,6	S _I ^{Na}	193—204	26	49	25	92	5	3	1949, июль	28	496	1403	513	1037	50	59	3558	5,4	S _I ^{Na}	193—376	27	57	16	86	8	6	1951, август	642	317	567	380	405	67	77	1813	7,1	S _{II} ^{Na}	190—212	33	44	23	66	20	14														
1951, март	26	143	492	327	433	16	16	1430	1,6	S _I ^{Na}																																																																																																								
	155—205	21	52	27	90	6	4				1951, апрель	26	185	495	264	410	9	10	1373	0,9	S _{II} ^{Na}	155—275	27	52	21	59	24	17	1949, май	28	520	1335	873	1197	34	39	3998	3,6	S _I ^{Na}	193—204	26	49	25	92	5	3	1949, июль	28	496	1403	513	1037	50	59	3558	5,4	S _I ^{Na}	193—376	27	57	16	86	8	6	1951, август	642	317	567	380	405	67	77	1813	7,1	S _{II} ^{Na}	190—212	33	44	23	66	20	14																																
1951, апрель	26	185	495	264	410	9	10	1373	0,9	S _{II} ^{Na}																																																																																																								
	155—275	27	52	21	59	24	17				1949, май	28	520	1335	873	1197	34	39	3998	3,6	S _I ^{Na}	193—204	26	49	25	92	5	3	1949, июль	28	496	1403	513	1037	50	59	3558	5,4	S _I ^{Na}	193—376	27	57	16	86	8	6	1951, август	642	317	567	380	405	67	77	1813	7,1	S _{II} ^{Na}	190—212	33	44	23	66	20	14																																																		
1949, май	28	520	1335	873	1197	34	39	3998	3,6	S _I ^{Na}																																																																																																								
	193—204	26	49	25	92	5	3				1949, июль	28	496	1403	513	1037	50	59	3558	5,4	S _I ^{Na}	193—376	27	57	16	86	8	6	1951, август	642	317	567	380	405	67	77	1813	7,1	S _{II} ^{Na}	190—212	33	44	23	66	20	14																																																																				
1949, июль	28	496	1403	513	1037	50	59	3558	5,4	S _I ^{Na}																																																																																																								
	193—376	27	57	16	86	8	6				1951, август	642	317	567	380	405	67	77	1813	7,1	S _{II} ^{Na}	190—212	33	44	23	66	20	14																																																																																						
1951, август	642	317	567	380	405	67	77	1813	7,1	S _{II} ^{Na}																																																																																																								
	190—212	33	44	23	66	20	14																																																																																																											

Продолжение табл. 17

Год производства анализа	№ скважины (числитель), интервал опробования, м (знаменатель)	Cl'	SO ₄ ''	HCO ₃ ' + CO ₃ ''	Na'+K'	Mg''	Ca''	Сумма ионов, мг/л	Жесткость общая, мг/экв	Индекс химического состава																																																																																						
1949, август	24	203	413	601	173	144	168	1702	20,2	S _{II} ^{Mg}																																																																																						
	150—186	21	51	28	31	36	33				1950, сентябрь	64	44	467	650	503	18	28	1710	2,9	S _I ^{Na}	149—163	4	53	43	88	6	6	1954, сентябрь	22	115	889	663	59	190	285	2201	29,8	S _{IIIa} ^{Mg}	155—200	10	57	33	10	46	44	1955, август	100	177	668	519	375	32	127	1898	8,9	S _{II} ^{Na}	147—204	19	47	34	65	10	25	1949, сентябрь	22	354	908	417	467	97	155	2398	15,7	S _{II} ^{Na}	200—248	28	53	19	56	22	22	1949, сентябрь	100	447	1191	838	863	13	322	3674	17,2	S _I ^{Na}	147—232	24	49
1950, сентябрь	64	44	467	650	503	18	28	1710	2,9	S _I ^{Na}																																																																																						
	149—163	4	53	43	88	6	6				1954, сентябрь	22	115	889	663	59	190	285	2201	29,8	S _{IIIa} ^{Mg}	155—200	10	57	33	10	46	44	1955, август	100	177	668	519	375	32	127	1898	8,9	S _{II} ^{Na}	147—204	19	47	34	65	10	25	1949, сентябрь	22	354	908	417	467	97	155	2398	15,7	S _{II} ^{Na}	200—248	28	53	19	56	22	22	1949, сентябрь	100	447	1191	838	863	13	322	3674	17,2	S _I ^{Na}	147—232	24	49	27	93	3	4														
1954, сентябрь	22	115	889	663	59	190	285	2201	29,8	S _{IIIa} ^{Mg}																																																																																						
	155—200	10	57	33	10	46	44				1955, август	100	177	668	519	375	32	127	1898	8,9	S _{II} ^{Na}	147—204	19	47	34	65	10	25	1949, сентябрь	22	354	908	417	467	97	155	2398	15,7	S _{II} ^{Na}	200—248	28	53	19	56	22	22	1949, сентябрь	100	447	1191	838	863	13	322	3674	17,2	S _I ^{Na}	147—232	24	49	27	93	3	4																																
1955, август	100	177	668	519	375	32	127	1898	8,9	S _{II} ^{Na}																																																																																						
	147—204	19	47	34	65	10	25				1949, сентябрь	22	354	908	417	467	97	155	2398	15,7	S _{II} ^{Na}	200—248	28	53	19	56	22	22	1949, сентябрь	100	447	1191	838	863	13	322	3674	17,2	S _I ^{Na}	147—232	24	49	27	93	3	4																																																		
1949, сентябрь	22	354	908	417	467	97	155	2398	15,7	S _{II} ^{Na}																																																																																						
	200—248	28	53	19	56	22	22				1949, сентябрь	100	447	1191	838	863	13	322	3674	17,2	S _I ^{Na}	147—232	24	49	27	93	3	4																																																																				
1949, сентябрь	100	447	1191	838	863	13	322	3674	17,2	S _I ^{Na}																																																																																						
	147—232	24	49	27	93	3	4																																																																																									

Состав вод однообразен и представлен, в основном, ионами хлора и натрия. Это может свидетельствовать о том, что режим подземных вод глубоких горизонтов застойный. На графике (рис. 11) заметно отличается группировка анализов воды в зависимости от степени ее минерализации.

Так воды верхних горизонтов триасово-юрской толщи, имеющие небольшую минерализацию (до 2 г/л), располагаются по анионам в основном в треугольнике гидрокарбонатных вод и относятся к первому и реже второму типам. Воды нижних горизонтов, минерализация которых более высокая, размещаются в треугольниках хлоридных и натриевых вод. Это воды хлоридного класса, натриевой группы, третьего «а» и «б» типов (табл. 16). Воды средних горизонтов относятся на основании большинства анализов к сульфатному классу, к натриевой группе первого и второго типов (табл. 17). Отношение $\frac{rSO_4''}{rCl'}$,

в зависимости от степени минерализации, колеблется: для пресных вод верхних горизонтов триасово-юрской толщи в основном от 1 до 2 и реже от 0,08 до 0,7, для средних горизонтов (воды с повышенной минерализацией) от 1 до 3. Для нижних горизонтов вод с высокой минерализацией это отношение не превышает 0,3 (рис. 13).

Подземные воды палеогеново-мелового комплекса в подавляющем большинстве пресные, общая их минерализация обычно не превышает 1 г/л. По минерализации их можно подразделить на две группы: 200—500 и 500—1000 мг/л. Более пресные воды (минерализация 200—500 мг/л) распространены в средней и южной части бассейна. Они залегают в виде полосы, вытянутой с севера от озера Половинное и шахтного поля Синеглазово III, на юг. На юге эти воды прослеживаются вблизи восточного борта грабена, захватывая частично участок «Восточный мел», где образуют полосу, вытянутую в меридиональном направлении. На широте города Коркино полоса распространения пресных вод резко расширяется в западном направлении, захватывая частично район Припалеозойской депрессии. Далее к югу она тянется только узкой полосой вдоль западного борта грабена до шахтного поля Красносельское. Пресные воды отмечены также в Копейском угленосном районе.

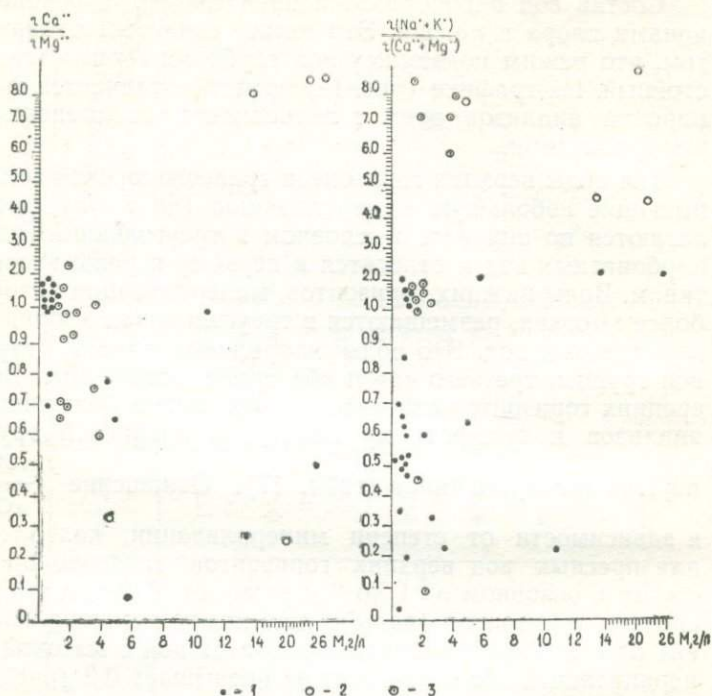


Рис. 13 Зависимость отношений $\frac{r\text{SO}_4^{''}}{r\text{Cl}'}$ и $\frac{r\text{Cl}'}{r\text{Na}^+}$ от общей минерализации подземных вод триасово-юрской толщи:
 1 — верхние горизонты; 2 — нижние горизонты; 3 — средние горизонты

Такие воды с общей минерализацией 500—1000 мг/л распространены на всей остальной площади Челябинского бассейна и за его границами (табл. 18).

Кроме пресных вод, в палеогеново-меловых отложениях установлено наличие солоноватых и соленых. В пределах бассейна они залегают на площади Камышинской брахисинклинали. Максимальная минерализация их здесь достигает 14 г/л. Но подобные воды встречаются редко, лишь в отдельных изолированных местах. Состав солоноватых и соленых вод весьма разнообразный — от хлоридного натриево-магниевого до хлоридного натриево-магниево-кальциевого. Пресные воды палеогеново-меловых отложений по химическому составу относятся в ос-

Химический состав подземных вод верхних горизонтов
триасово-юрской толщи, мг/л, мг/экв. ‰

№ скважин (числитель), интервал опробования (знаменатель)	Год выполнения анализа	Cl'	SO ₄ ''	HCO ₃ ' + CO ₃ ''	Na'+K'	Mg''	Ca''	Сумма ионов, мг/л	Жесткость общая, мг/экв	Индекс химического состава																																																																																																								
1	1941	10	28	340	39	25	54	496	4,8	C ₁ ^{Ca}																																																																																																								
10-78		5	9	86	26	32	42				7	1947	30	56	462	74	36	69	727	6,4	C ₁ ^{Ca}	72-81	8	13	79	34	31	35	18	1948	138	94	276	161	19	36	724	3,4	C ₁ ^{Na}	69-102	38	19	43	68	15	17	27	1951	147	96	376	182	30	41	872	4,5	C ₁ ^{Na}	13-100	34	16	50	64	20	16	51	1949	8	44	378	67	21	54	572	4,4	C ₁ ^{Na}	15-119	3	12	85	40	23	37	7	1943	1000	215	339	221	302	524	2601	28,7	C ₁ ^{Ca} _{III6}	16-81	73	12	15	25	7	68	9	1943	48	124	639	205	39	47	1102	5,5	C ₁ ^{Na}	22-90	9	18
7	1947	30	56	462	74	36	69	727	6,4	C ₁ ^{Ca}																																																																																																								
72-81		8	13	79	34	31	35				18	1948	138	94	276	161	19	36	724	3,4	C ₁ ^{Na}	69-102	38	19	43	68	15	17	27	1951	147	96	376	182	30	41	872	4,5	C ₁ ^{Na}	13-100	34	16	50	64	20	16	51	1949	8	44	378	67	21	54	572	4,4	C ₁ ^{Na}	15-119	3	12	85	40	23	37	7	1943	1000	215	339	221	302	524	2601	28,7	C ₁ ^{Ca} _{III6}	16-81	73	12	15	25	7	68	9	1943	48	124	639	205	39	47	1102	5,5	C ₁ ^{Na}	22-90	9	18	73	62	22	16														
18	1948	138	94	276	161	19	36	724	3,4	C ₁ ^{Na}																																																																																																								
69-102		38	19	43	68	15	17				27	1951	147	96	376	182	30	41	872	4,5	C ₁ ^{Na}	13-100	34	16	50	64	20	16	51	1949	8	44	378	67	21	54	572	4,4	C ₁ ^{Na}	15-119	3	12	85	40	23	37	7	1943	1000	215	339	221	302	524	2601	28,7	C ₁ ^{Ca} _{III6}	16-81	73	12	15	25	7	68	9	1943	48	124	639	205	39	47	1102	5,5	C ₁ ^{Na}	22-90	9	18	73	62	22	16																																
27	1951	147	96	376	182	30	41	872	4,5	C ₁ ^{Na}																																																																																																								
13-100		34	16	50	64	20	16				51	1949	8	44	378	67	21	54	572	4,4	C ₁ ^{Na}	15-119	3	12	85	40	23	37	7	1943	1000	215	339	221	302	524	2601	28,7	C ₁ ^{Ca} _{III6}	16-81	73	12	15	25	7	68	9	1943	48	124	639	205	39	47	1102	5,5	C ₁ ^{Na}	22-90	9	18	73	62	22	16																																																		
51	1949	8	44	378	67	21	54	572	4,4	C ₁ ^{Na}																																																																																																								
15-119		3	12	85	40	23	37				7	1943	1000	215	339	221	302	524	2601	28,7	C ₁ ^{Ca} _{III6}	16-81	73	12	15	25	7	68	9	1943	48	124	639	205	39	47	1102	5,5	C ₁ ^{Na}	22-90	9	18	73	62	22	16																																																																				
7	1943	1000	215	339	221	302	524	2601	28,7	C ₁ ^{Ca} _{III6}																																																																																																								
16-81		73	12	15	25	7	68				9	1943	48	124	639	205	39	47	1102	5,5	C ₁ ^{Na}	22-90	9	18	73	62	22	16																																																																																						
9	1943	48	124	639	205	39	47	1102	5,5	C ₁ ^{Na}																																																																																																								
22-90		9	18	73	62	22	16																																																																																																											

№ скважин (числитель), интервал опробования (знаменатель)	Год выполнения анализа	Cl'	SO ₄ ''	HCO ₃ ' + CO ₃ ''	Na' + K'	Mg''	Ca''	Сумма ионов, мг/л	Жесткость общая, мг/экв	Индекс химического состава																																																																																																																										
12	1943	224	2060	220	225	299	368	3396	43,0	S _{II} ^{Mg}																																																																																																																										
78-108		12	81	7	20	45	35				3	1943	18884	6753	628	9782	2622	847	39516	257,9	Cl _{IIIa} ^{Na}	73-86	78	20	2	62	32	6	45	1942	6973	37	223	839	975	1692	10739	164,6	Cl _{IIIb} ^{Ca}	20-100	97	1	1	18	40	42	46	1942	24	374	342	122	50	95	1007	8,8	S _{II} ^{Na}	18-69	5	55	40	38	29	33	47	1941	20	291	242	94	33	79	759	6,6	S _{II} ^{Na}	19-97	6	57	37	38	25	37	114	1948	45	104	345	69	32	71	666	6,1	C _{II} ^{Ca}	18-87	14	23	63	33	28	39	21	1945	87	145	264	37	57	69	659	8,1	C _{IIIa} ^{Mg}	116-151	25	31	44	16	49	35	40	1937	70	73	345	55	28	54	625	5,0	C _I ^{Ca}	19-80	3	20
3	1943	18884	6753	628	9782	2622	847	39516	257,9	Cl _{IIIa} ^{Na}																																																																																																																										
73-86		78	20	2	62	32	6				45	1942	6973	37	223	839	975	1692	10739	164,6	Cl _{IIIb} ^{Ca}	20-100	97	1	1	18	40	42	46	1942	24	374	342	122	50	95	1007	8,8	S _{II} ^{Na}	18-69	5	55	40	38	29	33	47	1941	20	291	242	94	33	79	759	6,6	S _{II} ^{Na}	19-97	6	57	37	38	25	37	114	1948	45	104	345	69	32	71	666	6,1	C _{II} ^{Ca}	18-87	14	23	63	33	28	39	21	1945	87	145	264	37	57	69	659	8,1	C _{IIIa} ^{Mg}	116-151	25	31	44	16	49	35	40	1937	70	73	345	55	28	54	625	5,0	C _I ^{Ca}	19-80	3	20	77	32	31	37														
45	1942	6973	37	223	839	975	1692	10739	164,6	Cl _{IIIb} ^{Ca}																																																																																																																										
20-100		97	1	1	18	40	42				46	1942	24	374	342	122	50	95	1007	8,8	S _{II} ^{Na}	18-69	5	55	40	38	29	33	47	1941	20	291	242	94	33	79	759	6,6	S _{II} ^{Na}	19-97	6	57	37	38	25	37	114	1948	45	104	345	69	32	71	666	6,1	C _{II} ^{Ca}	18-87	14	23	63	33	28	39	21	1945	87	145	264	37	57	69	659	8,1	C _{IIIa} ^{Mg}	116-151	25	31	44	16	49	35	40	1937	70	73	345	55	28	54	625	5,0	C _I ^{Ca}	19-80	3	20	77	32	31	37																																
46	1942	24	374	342	122	50	95	1007	8,8	S _{II} ^{Na}																																																																																																																										
18-69		5	55	40	38	29	33				47	1941	20	291	242	94	33	79	759	6,6	S _{II} ^{Na}	19-97	6	57	37	38	25	37	114	1948	45	104	345	69	32	71	666	6,1	C _{II} ^{Ca}	18-87	14	23	63	33	28	39	21	1945	87	145	264	37	57	69	659	8,1	C _{IIIa} ^{Mg}	116-151	25	31	44	16	49	35	40	1937	70	73	345	55	28	54	625	5,0	C _I ^{Ca}	19-80	3	20	77	32	31	37																																																		
47	1941	20	291	242	94	33	79	759	6,6	S _{II} ^{Na}																																																																																																																										
19-97		6	57	37	38	25	37				114	1948	45	104	345	69	32	71	666	6,1	C _{II} ^{Ca}	18-87	14	23	63	33	28	39	21	1945	87	145	264	37	57	69	659	8,1	C _{IIIa} ^{Mg}	116-151	25	31	44	16	49	35	40	1937	70	73	345	55	28	54	625	5,0	C _I ^{Ca}	19-80	3	20	77	32	31	37																																																																				
114	1948	45	104	345	69	32	71	666	6,1	C _{II} ^{Ca}																																																																																																																										
18-87		14	23	63	33	28	39				21	1945	87	145	264	37	57	69	659	8,1	C _{IIIa} ^{Mg}	116-151	25	31	44	16	49	35	40	1937	70	73	345	55	28	54	625	5,0	C _I ^{Ca}	19-80	3	20	77	32	31	37																																																																																						
21	1945	87	145	264	37	57	69	659	8,1	C _{IIIa} ^{Mg}																																																																																																																										
116-151		25	31	44	16	49	35				40	1937	70	73	345	55	28	54	625	5,0	C _I ^{Ca}	19-80	3	20	77	32	31	37																																																																																																								
40	1937	70	73	345	55	28	54	625	5,0	C _I ^{Ca}																																																																																																																										
19-80		3	20	77	32	31	37																																																																																																																													

№ скважин (числитель), интервал опробования (знаменатель)	Год выполнения анализа	Cl'	SO ₄ ''	HCO ₃ ' + CO ₃ ''	Na'+K'	Mg''	Ca''	Сумма ионов, мг/л	Жесткость общая, мг/экв	Индекс химического состава																																																																																																								
25	1936	48	77	405	76	28	79	713	6,2	C _I ^{Ca}																																																																																																								
17-122		14	17	69	35	24	41				64	1945	6	14	185	14	14	34	267	2,9	C _I ^{Ca}	15-113	5	9	86	17	34	49	381	1939	109	191	311	87	45	94	837	8,4	C _{II} ^{Ca}	4-41	25	33	42	31	30	39	21	1945	2058	1484	432	85	435	457	4951	58,6	Cl _{III} ^{Na}	43-56	61	32	7	39	37	24	25	1947	14	25	143	25	11	25	243	2,1	C _I ^{Ca}	30-79	12	16	72	34	28	38	272	1946	95	96	571	195	34	56	1047	5,6	C _I ^{Na}	11-135	19	14	67	60	20	20	528	1946	144	67	451	166	30	65	923	5,7	C _I ^{Na}	60-131	32	11
64	1945	6	14	185	14	14	34	267	2,9	C _I ^{Ca}																																																																																																								
15-113		5	9	86	17	34	49				381	1939	109	191	311	87	45	94	837	8,4	C _{II} ^{Ca}	4-41	25	33	42	31	30	39	21	1945	2058	1484	432	85	435	457	4951	58,6	Cl _{III} ^{Na}	43-56	61	32	7	39	37	24	25	1947	14	25	143	25	11	25	243	2,1	C _I ^{Ca}	30-79	12	16	72	34	28	38	272	1946	95	96	571	195	34	56	1047	5,6	C _I ^{Na}	11-135	19	14	67	60	20	20	528	1946	144	67	451	166	30	65	923	5,7	C _I ^{Na}	60-131	32	11	57	56	19	25														
381	1939	109	191	311	87	45	94	837	8,4	C _{II} ^{Ca}																																																																																																								
4-41		25	33	42	31	30	39				21	1945	2058	1484	432	85	435	457	4951	58,6	Cl _{III} ^{Na}	43-56	61	32	7	39	37	24	25	1947	14	25	143	25	11	25	243	2,1	C _I ^{Ca}	30-79	12	16	72	34	28	38	272	1946	95	96	571	195	34	56	1047	5,6	C _I ^{Na}	11-135	19	14	67	60	20	20	528	1946	144	67	451	166	30	65	923	5,7	C _I ^{Na}	60-131	32	11	57	56	19	25																																
21	1945	2058	1484	432	85	435	457	4951	58,6	Cl _{III} ^{Na}																																																																																																								
43-56		61	32	7	39	37	24				25	1947	14	25	143	25	11	25	243	2,1	C _I ^{Ca}	30-79	12	16	72	34	28	38	272	1946	95	96	571	195	34	56	1047	5,6	C _I ^{Na}	11-135	19	14	67	60	20	20	528	1946	144	67	451	166	30	65	923	5,7	C _I ^{Na}	60-131	32	11	57	56	19	25																																																		
25	1947	14	25	143	25	11	25	243	2,1	C _I ^{Ca}																																																																																																								
30-79		12	16	72	34	28	38				272	1946	95	96	571	195	34	56	1047	5,6	C _I ^{Na}	11-135	19	14	67	60	20	20	528	1946	144	67	451	166	30	65	923	5,7	C _I ^{Na}	60-131	32	11	57	56	19	25																																																																				
272	1946	95	96	571	195	34	56	1047	5,6	C _I ^{Na}																																																																																																								
11-135		19	14	67	60	20	20				528	1946	144	67	451	166	30	65	923	5,7	C _I ^{Na}	60-131	32	11	57	56	19	25																																																																																						
528	1946	144	67	451	166	30	65	923	5,7	C _I ^{Na}																																																																																																								
60-131		32	11	57	56	19	25																																																																																																											

Таблица 19

Химический состав подземных вод палеогеново-меловых отложений, мг/л, мг/экв. %

№ скважин (числитель), интервал опробования (знаменатель)	Год выполнения анализа	Cl [']	SO ₄ ["]	HCO ₃ ['] + CO ₃ ["]	Na ['] + K [']	Mg ["]	Ca ["]	Сумма ионов, мг/л	Жесткость общая, мг/экв	Индекс химического состава
<u>64</u>	1949	110	314	174	117	43	77	835	7,3	S _{IIIa} ^{Na}
32-42		25	52	23	41	28	31			
<u>26</u>	1938	66	104	311	57	44	62	644	6,4	C _{II} ^{Mg}
17-57		20	24	56	27	39	34			
<u>89</u>	1950	46	19	320	74	20	43	522	3,7	C _I ^{Na}
45-75		18	1	81	46	23	31			
<u>108</u>	1950	8	61	325	106	13	23	536	2,2	C _I ^{Na}
32-73		3	19	78	68	16	16			
<u>80</u>	1947	6782	2012	251	1855	1080	1356	13336	156,5	C _{III5} ^{Mg}
39-46		80	18	2	34	37	29			
<u>47</u>	1947	804	1047	204	782	12	249	3098	13,4	C _{II} ^{Na}
31-46		47	46	7	72	2	26			
<u>69</u>	1952	4132	3373	2292	3506	711	266	14280	71,8	C _{II} ^{Na}
37-64		52	31	17	68	26	6			
<u>43</u>	1947	98	180	196	122	28	44	668	4,5	S _{II} ^{Na}
45-57		28	39	33	56	22	22			
<u>90</u>	1950	144	206	436	195	66	34	1081	7,1	C _I ^{Na}
8-10		26	28	46	54	35	11			

новном к гидрокарбонатному классу, натриевой группе, первому типу. Но среди них встречаются воды Cl_{II}^{Mg} , C_{II}^{Ca} , C_{II}^{Na} и S_{II}^{Na} и редко Cl_{III}^{Mg} , Cl_{II}^{Na} и др. (табл. 19, рис. 14).

Отношение ионов $\frac{rSO_4''}{rCl'}$ в зависимости от минерализации колеблется в пресных водах, в основном, в пределах 1—2, а соленых и соленых — от 0,6 до 1,0. Отношение $\frac{rCl'}{rNa'}$

в зависимости от минерализации колеблется в больших пределах: от 0,05 до 2,0 (рис. 15). В больших пределах — от 0,05 до 3,0 (рис. 16) в зависимости от минерализации колеблются также и отношения $\frac{rCa''}{rMg''}$ и $\frac{r[Na' + K']}{r[Ca'' + Mg'']}$.

Химический состав подземных вод четвертичных отложений изучен слабо. Воды, залегающие в опесчаненных суглинках и песках Козыревского угленосного района, пресные гидрокарбонатного магниево-кальциевого состава

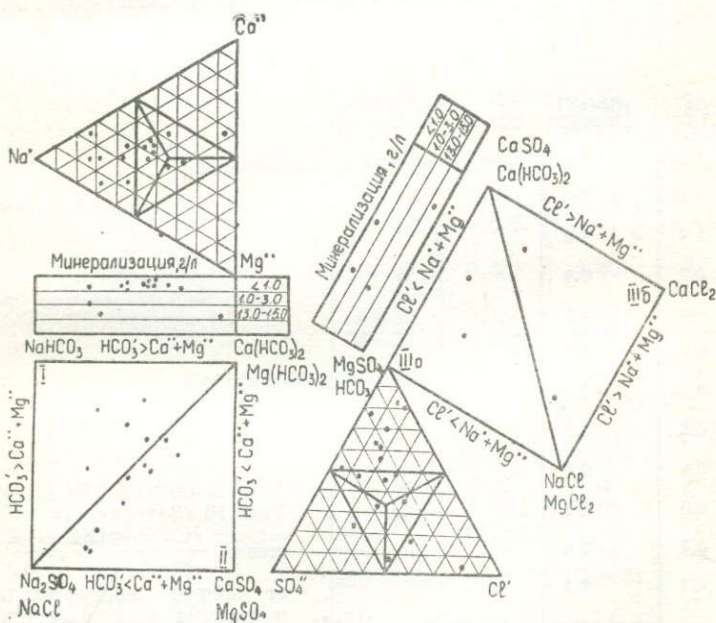


Рис. 14. График химического состава подземных вод палеогеново-меловых отложений

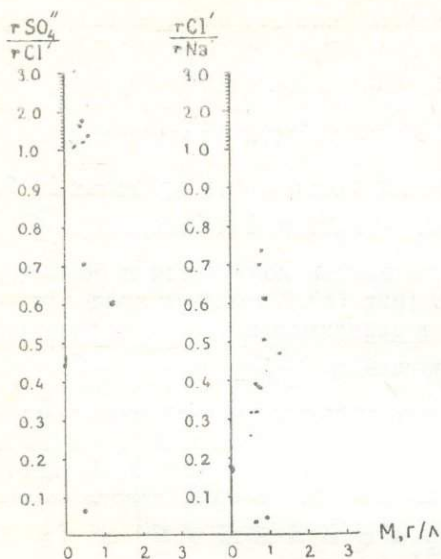


Рис. 15. Зависимость отношений $\frac{rSO_4''}{rCl'}$; $\frac{rCl'}{rNa}$ от общей минерализации подземных вод палеогеново-меловых отложений

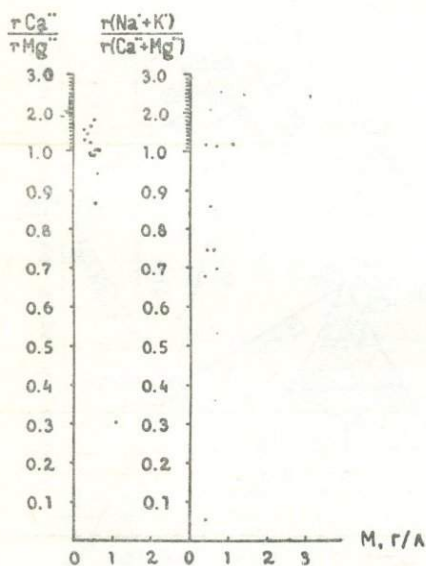


Рис. 16. Зависимость отношений $\frac{rCa''}{rMg''}$; $\frac{r(Na'+K')}{r(Ca''+Mg'')}$ от общей минерализации подземных вод палеогеново-меловых отложений

**Водоносность и минерализация подземных вод
верхних и средних горизонтов
Челябинского бурогоугольного бассейна**

№ скважины	Местоположение	Интервал опробования, м	Средний удельный дебит скважин, л/с	Средний коэффициент фильтрации пород, м/сут	Минерализация вод, мг/л
Козыревский угленосный район					
2	Пос. им. Вахрушева	12—28	0,26	4,05	257
"	"	50—68	0,32	4,64	402
"	"	69—99	0,027	2,4	358
"	"	99—147	0,076	0,38	392
"	"	99—172	0,011	0,31	355
"	"	173—211	0,0093	0,041	930
28	Шахтное поле Восточно-Миасское	17—164	0,13	0,21	722
"	"	193—203	0,0024	0,16	3200
642	Шахтное поле 16	190—212	0,0041	0,65	13104
"	"	190—322	0,0053	0,009	14560
Копейский угленосный район					
9	Пос. Силовой	22—90	0,056	0,13	841
"	"	101—217	0,029	0,03	4380
Камышинский угленосный район					
46	Шахтное поле 46	18—59	0,62	2,51	581
"	"	59—126	0,025	0,17	868
508	Шахтное поле Синеглазово 1-2	10—27	0,55	15,40	—
508	Шахтное поле Синеглазово 1-2	26—34	0,15	2,15	—
"	"	34—71	0,055	0,24	1009
Коркинский угленосный район					
24	Шахтное поле 30	17—62	0,116	1,12	372
"	"	56—110	0,051	0,43	564
"	"	150—186	0,012	0,022	762
62	Шахтное поле 37-38	12—34	0,37	4,37	551
"	"	35—65	0,115	1,26	—
69	Ерофеевский участок	40—67	0,23	2,90	—
"	"	100—106	0,18	0,66	—
"	"	258—335	0,0035	0,0084	—
70	Шахтное поле Калачево II	13—61	0,048	0,96	—
72	"	140—180	0,0031	0,17	—

№ скважины	Местоположение	Интервал опробования, м	Средний удельный дебит скважин, л/с	Средний коэффициент фильтрации пород, м/сут	Минерализация вод, мг/л
Еманжелинский угленосный район					
563	Шахтное поле Южно-Батуринское	20—65	0,06	0,30	535
	»	65—117	0,02	0,06	1894
	»	117—146	0,072	0,083	4106
	»	146—188	0,003	0,01	3840

ва, минерализация их колеблется от 300 до 600 мг/л. Тут же отмечены солоноватые воды сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатного магниево-натриевого состава, минерализация которых 1,5 г/л. Подобные воды с повышенной минерализацией зафиксированы и в поселке станции Козырево. Здесь среди 19 колодцев с пресной водой имеется три колодца, вскрывающих солоноватые воды. Такие же воды встречаются и в других районах бассейна.

Условия формирования подземных вод в Челябинском бассейне на разных глубинах различные. Они определяются главным образом интенсивностью циркуляции вод, вещественным составом водовмещающих горных пород и факторами связи с атмосферой. Последовательность изменения интенсивности циркуляции вод с увеличением глубины их залегания можно проследить по данным опытных откачек из гидрогеологических скважин (табл. 20).

Из таблицы 20 видно, что с увеличением глубины залегания пород триасово-юрской толщи коэффициент их фильтрации уменьшается. Так, в Козыревском районе в скважине 2 в интервале 12—28 м он составляет 4,05 м/сут; в интервале 173—211 м аналогичные породы имеют коэффициент фильтрации 0,041 м/сут. По скважине 69 (Ерофеевский участок Коркинского района) коэффициент фильтрации пород верхних горизонтов (40—67 м) равен 2,9 м/сут, а более глубоких горизонтов (258—335 м, переслаивание песчаников, аргиллитов, алевролитов и конгломератов) уже 0,0084 м/сут.

Аналогичная закономерность наблюдается и в измене-

нии дебита скважин. Удельный дебит скважины 69 при опробовании интервала 40—67 м составлял 0,23 л/с, интервала 100—106 м — 0,18 л/с, а интервала 258—335 м — всего только 0,0031 л/с. То же самое отмечается и по скважинам в других районах бассейна.

На более глубоких горизонтах (ниже 300 м) фильтрационная способность пород триасово-юрской толщи еще более низкая (табл. 21).

Таблица 21

Водоносность и минерализация воды
глубоких горизонтов
Челябинского бурогольного бассейна

№ скважин	Интервал опробования, м	Дебит, м ³ /сут	Минерализация, г/л	$\frac{\text{Na}}{\text{Cl}}$
4-р	1155—1170	0,7	32	0,83
4-р	454—467	0,11	18	0,99
2-р	970—9800	0,03	21	0,86
2-р	943—948	0,29	11	0,96
940	367—740	0,04	23	0,79

Как видно из таблицы 21, при опробовании глубоких горизонтов отмечается весьма низкий дебит скважин, что свидетельствует прежде всего о замедленной циркуляции подземных вод в нижней зоне. Если для верхних горизонтов триасово-юрской толщи характерным является дебит скважины 500—700 м³/сут, то для нижних он не превышает 0,7 м³/сут, а средний по 16 скважинам — 0,09—0,1 м³/сут. В этом интервале повсеместно распространены высокоминерализованные хлоридные воды.

По условиям взаимосвязи с поверхностными и атмосферными водами и по характеру движения в разрезе мезокайнозойской толщи выделяются три гидродинамические зоны.

1. Верхняя зона (зона свободного водообмена) включает в себя подземные воды палеогеново-меловых отложений и верхней части триасово-юрской толщи. Мощность зоны определяется глубиной эрозионного вреза местной гидрографической сети реки Миасс (110 м абс. высоты) и составляет 130—150 м (при отметке поверхности рельефа 245 м абс. высоты).

Питание подземных вод зоны осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, а также подземного

потока, поступающего со стороны восточных предгорий Урала. Основное направление движения подземных вод — северо-восточное, к долине реки Миасс, которая является главным базисом их разгрузки. Частично разгрузка вод происходит также в долине реки Увельки, во впадинах озер Б. Сарыкуль, Бектыш и др. Уклон пьезометрической поверхности — 0,0009. Величина напора достигает 150 м (от нижней границы зоны). Коэффициенты фильтрации пород первой зоны характеризуются величинами в пределах от 2 м/сут (палеогеново-меловые отложения) до 0,4 м/сут (триасово-юрские отложения). Дебиты скважин соответственно равны 10—20 л/с и 1—10 л/с (удельные дебиты — 1,5 л/с и 0,3 л/с).

Замкнутые брахисинклинальные и брахиантиклинальные структурные формы в триасово-юрской толще вносят местные изменения в направление и скорость движения подземного потока.

Интенсивность циркуляции подземных вод в различных частях угленосной толщи неодинакова. Она выше у бортов грабена, где литологический состав пород характеризуется увеличенным содержанием крупнообломочного материала и повышенной трещиноватостью палеозойских пород.

Переход от верхней зоны к средней постепенный.

2. Средняя зона (зона затрудненного водообмена) целиком находится в области распространения триасово-юрских отложений. Роль атмосферных осадков и поверхностных вод в питании этой зоны незначительна и питание ее в основном обусловлено западным подземным потоком. Зона расположена ниже уровня местной гидрографической сети — реки Миасс и выше эрозионного вреза крупных рек Иртыша и Оби, которые протекают далеко за пределами бассейна и являются основными областями разгрузки подземных вод второй зоны. Мощность зоны изменяется в пределах 110—150 м.

Вещественный состав пород второй зоны практически тот же, что и в первой, однако сами породы здесь более плотные и менее трещиноватые. Поэтому интенсивность циркуляции подземных вод в средней зоне меньше, чем в верхней. Преобладающие коэффициенты фильтрации пород средней зоны около 0,02 м/сут, дебиты скважин — 0,01—0,1 л/с.

Поскольку между верхней и средней зонами нет вы-

держанного водоупора, то следует считать, что в некоторых местах средняя зона принимает участие в питании верхней так же, как и она сама в свою очередь питается местами водами нижней зоны.

Направление и интенсивность движения подземных вод средней зоны более постоянны, они не подвергаются изменениям, зависящим от неровностей рельефа, которые характерны для верхней зоны.

Структурные формы бассейна в данной зоне уменьшают в определенных местах скорость подземного потока и изменяют его направление в такой же мере, как это было в верхней зоне.

Переход средней зоны к нижней также постепенный.

3. Нижняя зона (зона весьма затрудненного водообмена) расположена глубже 270—300 м, т. е. ниже эрозионного вреза крупных рек Тобола и Оби. На протяжении всего бассейна она вскрыта несколькими разведочными скважинами до глубины 700—800 м. Водовмещающими породами являются разнообразные обломочные породы. Уплотненность и сцементированность пород этой зоны выше, чем во второй. Трещиноватость пород приурочена, в основном, к линиям крупных разломов. Данные опытных откачек воды из скважин показали, что на глубинах от 300 до 1200 м дебит весьма низкий — от 0,08 до 0,7 м³/сут (табл 21). Следовательно, породы зоны характеризуются весьма малыми фильтрационными свойствами и слабой циркуляцией подземных вод.

Помимо отмеченных свойств пород, циркуляцию воды на больших глубинах затрудняют структурные формы толщи.

Детальное изучение химического состава подземных вод триасово-юрской толщи бассейна позволило установить, что его изменение в вертикальном разрезе подчиняется определенной закономерности. Выявлено постепенное увеличение общей минерализации вод с глубиной от 500 мг/л до 42 г/л. При этом химический состав вод изменяется от гидрокарбонатного в верхах разреза до чисто хлоридного в низах толщи. В средней части разреза преобладают воды сульфатного класса. С глубиной содержание гидрокарбонатных ионов уменьшается, а сульфатных возрастает. Если на глубинах 20—50 м содержание гидрокарбонатов доходит до 90 мг/экв%, а сульфаты составляют 6—10 мг/экв%, то на глубинах

140—160 м содержание гидрокарбонатов падает до 40—46 мг/экв% при одновременном возрастании сульфатов до 30 мг/экв%.

В Козыревском угленосном районе эта смена ионного состава подземных вод, по сравнению с остальными районами бассейна, наблюдается более резко.

На глубинах от 140—160 м до 300—350 м в составе анионов подземных вод в большинстве преобладают сульфатные, относительное содержание которых доходит до 56 мг/экв%. Подобная картина отмечается как в центральной части, так на севере и на юге бассейна.

Глубже 300—350 м в составе анионов уже преобладают хлоридные, а относительное содержание гидрокарбонатов и сульфатов, вместе взятых, не превышает 10—20 мг/экв%.

Таким образом, по химическому составу и общей минерализации подземных вод в вертикальном разрезе Челябинского бассейна отчетливо выделяются три гидрохимические зоны (сверху вниз).

Первая зона (А) прослеживается до глубины примерно 150 м. Это зона распространения пресных вод с минерализацией до 1 г/л преимущественно гидрокарбонатного состава; вторая зона (Б) распространена в интервале глубин 150—300 м, содержит солоноватые воды с минерализацией от 1 до 10 г/л преимущественно сульфатного состава; третья зона (В) распространена глубже 300 м, содержит соленые воды хлоридного класса с общей минерализацией от 10 до 42 г/л (рис. 10).

Гидрохимические зоны отличаются и по газовому составу. Зоне А присущи углекисло-азотные газы, зоне Б — углекисло-азотные и метаново-азотные, зоне В — азотно-метановые и метановые. Пресные воды зоны А содержат газы атмосферно-биохимического происхождения. В состав их входит главным образом азот с примесью CO_2 . Содержание азота достигает 84%. Солоноватые воды зоны Б имеют газы атмосферно-биохимического происхождения в растворенном состоянии. Обычно в них присутствуют метан и азот, в небольшом количестве — углекислый газ. Соленые воды зоны В содержат растворенные газы, в которых преобладает метан, второе место по процентному преобладанию занимает азот. Генезис газа биохимический. Микрокомпоненты — бром, йод и нафтенновые кислоты в зоне А и Б отсутствуют. В зоне В

отмечено наличие микрокомпонентов. Наличие брома в воде по отдельным скважинам доходит до 13 мг/л, йода — до 1 мг/л, нафтеновых кислот — до 3—4 мг/л. Например, по скважине 940 глубиной 600 м, пройденной в Копейском районе, минерализация воды составила 23 г/л. В химическом составе воды преобладают хлорионы — 99 мг/экв% и натрий — 94 мг/экв%. Процентное содержание тяжелых углеводов — 0,1, азота — 3,5, углекислого газа — 0,2.

Ионный и газовый состав подземных вод характеризуют гидрохимическую зону В как зону затрудненного водообмена.

Границами между гидрохимическими зонами являются: поверхность первого появления метана — зона А сменяется зоной Б; поверхность метановой зоны (метана свыше 80%) — зона Б сменяется зоной В.

Газовая зональность находится в непосредственной связи с гидродинамической и гидрохимической зональностью. Чем лучше условия циркуляции подземных вод, тем больше зона выветривания газов. В зоне А химический и газовый состав воды формируется в основном под воздействием современных физико-географических условий и определяется интенсивностью движения подземных вод, их взаимосвязью с поверхностными водами. При этом важное значение имеет поток пресных вод, поступающий с запада — со стороны Уральских гор.

В условиях затрудненного водообмена и ограниченной циркуляции подземных вод (зона Б) распространены сульфатные натриевые и гидрокарбонатно-сульфатные натриевые (реже кальциевые) воды. На более глубоких горизонтах в условиях весьма затрудненного водообмена (зона В) состав подземных вод однообразен. Здесь преобладают хлоридные натриевые воды.

Необходимо отметить, что глубина гидродинамических и соответствующих им гидрохимических и газовых зон в отдельных случаях может изменяться в ту или другую сторону, так как на образование зон оказывают влияние промытость пород, их состав, структурные и другие особенности. Например, в западной прибортовой части Коркинской брахискладки на значительных глубинах были отмечены пресные (в интервале 256—550 м) и солоноватые (в интервале 551—820 м) воды, тогда как по Копейской брахискладке, примерно на этих же глу-

бинах, залегают соленые воды с минерализацией 23 г/л. Значит, гидрохимическая зона продвинулась здесь гораздо ниже, чем по Копейской складке. Этому способствует близость расположения Припалеозойской депрессии, характеризующейся высокой степенью водоносности и пресными водами, за счет которых происходит смешение подземных вод.

В Кичигинском и Козыревском угленосных районах, а также на некоторых других площадях бассейна, зона пресных вод залегает ниже глубин 200—250 м. Первостепенное значение для формирования таких вод имеет промытость структур, обусловленная, по сравнению с Коркинским районом, более высокими фильтрационными свойствами крупнообломочных пород.

СЕРОВСКИЙ УГЛЕНОСНЫЙ РАЙОН

Серовский угленосный район расположен в пределах восточного склона Северного Урала. Он объединяет три месторождения: Волчанское, Богословское и Веселовское. Все они характеризуются однотипными геологическими условиями. Наиболее типичными и хорошо изученными являются Богословское и Волчанское бурогольные месторождения. Остановимся на краткой их характеристике.

Богословское бурогольное месторождение

Месторождение к настоящему времени почти отработано. Выработанное пространство объемом 460 млн. кубометров будет затоплено. Предполагается, что вода должна использоваться промышленными предприятиями.

В административном отношении месторождение относится к району Карпинска Свердловской области. В 15 км к северу от города находится Волчанское месторождение, в 12 км к югу — Веселовское.

Начало первых гидрогеологических работ на Богословском месторождении относится к периоду 1932—1936 годов. Тогда в связи с намечавшейся обработкой месторождения были изучены условия его обводнения. По мере эксплуатации в разные годы на отдельных участках проводились более детальные гидрогеологические исследования.

Специальные опытные гидрогеологические работы выполнялись в 1939—1944 годах. Цель их заключалась в

изучении условий отвода рек Исток, Ланчи и Турьи, влияющих на разработку месторождения. Для уменьшения притока воды в карьеры месторождения в 1945—1950 годах был пробурен ряд водопонизительных скважин. Часть из них действует и сейчас.

Местность в районе Богословского месторождения представляет всхолмленную равнину, типичную для Зауралья и переходной зоны в пределах предгорно-увалистой полосы восточного склона Северного Урала. Гидрографическая сеть представлена рекой Турьей, пересекающей в широтном направлении месторождение, и ее притоком — Антипинским истоком, а также водоотводной канавой в северной части месторождения. Среднегодовой расход воды реки Турьи составляет $4,2 \text{ м}^3/\text{с}$, максимальный — в период весеннего снеготаяния — $53,2 \text{ м}^3/\text{с}$ и минимальный — в период зимней межени — $0,38 \text{ м}^3/\text{с}$.

Климат района континентальный, среднегодовая температура воздуха $+0,4^\circ \text{C}$. Минимальная среднемесячная температура зафиксирована в январе (-17°C), максимальная — в июле ($+16^\circ \text{C}$). Среднегодовое количество осадков колеблется от 327 мм до 556 мм.

Ледостав на реках устанавливается в конце октября — начале ноября, реки вскрываются в апреле. Глубина промерзания почвы 1,3—2,0 м.

Богословское месторождение приурочено к Богословско-Веселовской депрессии тектонического происхождения в породах палеозоя, заполненной угленосными образованиями триаса. Эта депрессия представляет собой впадину, связанную с зоной разломов, проходящих по восточной окраине крупной Уральской структуры первого порядка — Тагильско-Магнитогорского прогиба.

В геологическом строении месторождения и окружающего его района принимают участие эффузивно-осадочные и осадочные породы палеозойского и мезозойского возраста. Первые относятся к складчатому геосинклинальному комплексу Урала, вторые являются типичными платформенными образованиями.

Отложения палеозоя приурочены к восточной периферии Тагильско-Магнитогорского прогиба и образуют сложно-пространственную систему складчатых сооружений меридионального простирания. В прибортовых частях Богословско-Веселовской депрессии распространены кремнистые метаморфические сланцы, туффиты, порфи-

риты и их туфы. В этой толще содержатся редкие прослой и линзы карбонатных осадков ниже-девонского возраста. Мощность этих отложений около 400 м. В районе месторождения широко распространены известняки эйфельского и живетского ярусов, подстилающие мезозойский комплекс осадков. Ориентировочная мощность толщи 300—350 м.

В восточной части района на карбонатных породах среднего девона залегают отложения франского и фаменского ярусов. Они представлены толщей битуминозных известняков с прослоями кремнистоглинистых сланцев. Мощность этих осадков достигает 450—500 м.

Мезозойский комплекс представлен континентальными угленосными отложениями среднего и верхнего триаса. Они залегают на отложениях девона. Мощность этих образований непостоянна и изменяется с запада на восток от 0,0 до 900 м. Угленосные образования среднего и верхнего триаса на площади месторождения, как и всюду в пределах Среднего и Северного Урала, подразделяются на два комплекса: нижний, характеризующийся повышенным содержанием глинозема и железа, и верхний — сероцветный угленосный.

По данным разведочных скважин и горных выработок, в широтном профиле месторождения обнаружены образования подугольного горизонта. В его основании залегают пачка конгломератов мощностью 35—70 м, сменяющихся вверх по разделу гравелитами и песчаниками полимиктового состава. Мощность образований колеблется от 30 до 120 м.

Образования угленосного горизонта представляют собой сложный комплекс углесодержащих осадков. В западной части месторождения угольные пласты перемежаются с прослоями алевролитов и аргиллитов. В центральной части депрессии находится обособленная угольная залежь мощностью 10—30 м. К востоку происходит расщепление угольных пластов и замещение их толщей глинистых осадков мощностью 50—110 м.

Кайнозойский комплекс в пределах рассматриваемой площади перекрывает более древние отложения палеозоя и мезозоя и представлен континентальными породами четвертичного возраста. Это преимущественно гравийный и песчаный материал, глины, суглинки. Мощность четвертичных отложений составляет 5,0—30 м.

В структурном отношении район месторождения имеет двухэтажное строение. Палеозойский этаж представлен разнообразными по своему составу осадочными, осадочно-эффузивными магматическими и метаморфическими породами складчатого сооружения Урала. Расположенный выше мезокайнозойский этаж представлен осадками среднего и верхнего триаса и более молодыми четвертичными отложениями. Каждый из этих этажей отражает крупные этапы геологического развития Богословского месторождения.

Условия формирования отложений месторождения имеют много общих черт с условиями образования аналогичных участков Буланаш — Елkinsкой угольной депрессии и Челябинского грабена восточного склона Среднего и Южного Урала.

В процессе изучения литологического и фациального состава угленосных отложений этих депрессий сложилось мнение, что они относятся к континентальным образованиям межгорных долин тектонического происхождения. Богословско-Веселовская депрессия по-видимому также представляет собой тектоническую впадину в палеозойских породах, заложенную в начале среднего триаса. Причем разломы в своем происхождении предшествовали процессу накопления угленосных пород.

Установлена различная амплитуда колебания западного и восточного борта депрессии. Наибольшее накопление мощных толщ верхнего триаса происходило в ее восточной части, испытавшей наибольшее погружение. На западном крыле и в центральной части депрессии существовали стабильные периоды, благоприятствовавшие торфообразованию.

Отложения продуктивных толщ триаса по своему литологическому составу относятся к фациям элювиальным, пролювиальным, аллювиальным и угленакопления.

Ордовико-пермский этаж прослеживается в пределах восточной части Тагильско-Магнитогорского прогиба и слагает западное крыло Сосьвинско-Уфалейского синклинория, сформированного в основном в период проявления каледонского и герцинского орогенезов.

Из структур более высокого порядка в районе Богословского месторождения выделяется одноименная антиклинальная складка, сложенная ниже- и верхнедевонскими эффузивно-осадочными образованиями. Бого-

словско-Веселовская депрессия, сложенная углесодержащими осадками среднего и верхнего триаса, относится к западному крылу антиклинали.

Мезо-кайнозойский этаж представлен двумя структурными ярусами — триасовым и четвертичным. Триасовый ярус представлен сложно построенной асимметричной синклиналью, сложенной мелкой гофрировкой и разрывными нарушениями. Западное крыло синклинали пологое, с углами падения $10-25^\circ$, восточное — крутое (углы падения $40-80^\circ$), осложнено дополнительной гофрировкой и многочисленными разрывными нарушениями. Простираение складки совпадает с общим направлением складчатых структур палеозоя. Ширина ее непостоянна — от 1,0 до 2,5 км.

Восточное крыло структуры осложнено небольшими складками положительного и отрицательного знака: синклинальная складка получила распространение в центральной части месторождения и представляет собой асимметричную структуру с пологими углами падения ($10-15^\circ$) западного крыла и крутыми (до $40-50^\circ$) восточного. Замкнутая часть складки осложнена тектоническими нарушениями.

Антиклинальная складка прослеживается совместно с синклинальной и характеризуется крутыми углами падения западного крыла, достигающими $40-50^\circ$, и пологим $10-15^\circ$ восточного крыла. Сводовая часть антиклинали по плоскости нарушения надвинута на угленосные осадки синклинали.

Другая синклинальная структура развита на восточном борту месторождения. Это — асимметричная складка с пологим западным ($10-15^\circ$) и крутым ($60-70^\circ$) восточным крыльями.

Более мелкие складки распространены ограниченно.

Наряду со складчатостью, в толще угленосных осадков обнаружены зоны дизъюнктивно нарушенных пород. Одним из крупных разрывов является нарушение «Восточное», вскрытое почти повсеместно. Оно представляет собой надвиг шарьяжного типа с амплитудой 1500—2000 м. По плоскости надвига девонские карбонатные образования с востока перекрывают угленосные осадки триаса.

Осадки четвертичного структурного яруса характеризуются спокойным залеганием на размытой поверхности

образований триаса и палеозойского комплекса. Накопление их происходило в условиях устойчивого длительного континентального режима.

Гидрогеологические условия Богословского месторождения изучены достаточно детально. На основании гидрогеологических исследований в пределах месторождения выделяется три водоносных комплекса: палеозойский, мезозойский и кайнозойский.

В палеозойском водоносном комплексе на площадях, примыкающих к Южному разрезу, выделяется один водоносный горизонт, приуроченный к трещиноватым закарстованным известнякам. В верхней части известняки переходят в валунно-щебенистую толщу, которая является самостоятельной водоносной зоной.

Воды известняков относятся к трещинно-карстовому типу. Мощность наиболее трещиноватой части 80—100 м. Воды напорные. Пьезометрические уровни в процессе детальной разведки устанавливались на различных глубинах от поверхности: 0,7—8,0 м. В ряде случаев наблюдался самоизлив (высота напора над поверхностью земли до 4,5 м).

Водоносность известняков весьма изменчива и зависит от того, какова степень их трещиноватости и закарстованности. Закарстованность развита отдельными участками. Наиболее закарстованные, а следовательно и наиболее обводненные, участки приурочены к долинам современной гидрографической сети.

По данным опытных откачек воды, удельные дебиты скважин в районе реки Турья изменялись от 0,002 до 5 л/с, а коэффициенты фильтрации известняков — от 0,1 до 142 м/сут.

На водоразделах водоносность известняков значительно меньше. Коэффициенты фильтрации пород здесь изменяются от 0,24 до 4,2 м/сут. В 1945 году был зафиксирован прорыв в горные выработки воды из известняковой толщи с притоком 3500 м³/ч. Прорыв удалось постепенно ликвидировать. В сфере депрессионной воронки оказалась река Турья. Если до прорыва уровень воды известняков мало отличался от уровня аллювиальных вод, то после него он резко снизился и весной того же года оказался оторванным от уреза воды в реке Турья на 6 м, а осенью — на 12 м.

Чтобы не допустить прорыва речных вод в карьер,

их отвели за пределы месторождения. Во время отработки угля прорывы трещинно-карстовых вод также наблюдались, но в меньшем объеме.

Для предупреждения прорывов вод и улучшения условий эксплуатации месторождения в 1951 году началось регулярное осушение известняков водопонижительными скважинами, которые располагались по южному периметру карьеров. В результате выполненных дренажных работ уровень вод в известняках начал медленно падать и снизился относительно его естественного положения более чем на 70 м.

Среднегодовые водопритoki по Южному разрезу составляли $180 \text{ м}^3/\text{ч}$ и изменялись от $14 \text{ м}^3/\text{ч}$ до $527 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Мезозойский водоносный комплекс подразделяется на три водоносных горизонта: надугольный, угольный и подугольный. Надугольный горизонт на площади Южного разреза сработан почти повсеместно.

Водовмещающей толщей угольного водоносного горизонта являются пласты и пачки трещиноватых углей. В естественных условиях пьезометрический уровень вод располагался на глубинах 2—12 м от дневной поверхности при абсолютных отметках $+170$ — $+180$ м. Годовая амплитуда колебания уровня воды достигала 4,0—4,5 м. В настоящее время режим угольного водоносного горизонта на большей части своего распространения безнапорный. В центральной части Южного разреза этот горизонт напорный (величина напора над кровлей до 150 м). Абсолютная отметка сниженного уровня подземных вод в центре разреза составляет 61 м.

Водоносность угольных пластов непостоянна. Она характеризуется дебитом скважин от 0,005—до 2,3 л/с и коэффициентом фильтрации пород 0,3—7,0 м/сут.

По характеру циркуляции водоносный горизонт подугольных отложений, распространенный повсеместно, относится к трещинопластовому типу. Водосодержащими породами являются песчаники, конгломераты, угли, залегающие среди глинистых пород. Верхняя часть подугольных отложений почти целиком сложена глинами. В основании залегают бокситовидные глины.

Водоносность горизонта невысокая, удельный дебит скважин колебался в пределах 0,006—1,4 л/с. По данным опытных откачек воды из скважин, коэффициенты водопроводности находились в пределах 1,88—3,24 м²/сут,

коэффициенты пьезопроводности — 250—851 м²/сут при опробуемой мощности водоносного горизонта 84—75 м, коэффициент фильтрации пород всего 0,022—0,043 м/сут.

Кайнозойский водоносный комплекс приурочен к торфяникам и линзам песков среди делювиально-элювиальных отложений. Наиболее обводненными являются аллювиальные отложения, развитые в долинах рек. Удельные дебиты скважин в них изменяются от 0,04 до 3,1 л/с.

Краткая гидрохимическая характеристика подземных вод приводится на основании результатов, полученных в процессе гидрогеологических работ на месторождении. Согласно этим данным, все воды различных водоносных горизонтов и комплексов пресные, их общая минерализация не превышает 1 г/л.

Воды девонских известняков принадлежат к слабо-минерализованным с суммой ионов 110—370 мг/л. По степени жесткости они относятся к мягким (0,2—4,6 мг/экв). В основном воды гидрокарбонатные кальциевые.

Подземные воды угольных пластов также слабо-минерализованные (240—506 мг/л). Общая жесткость изменяется от 1,4 до 6,4 мг/экв. По химическому составу они гидрокарбонатные кальциевые.

Воды надугольных отложений имеют общую минерализацию 238—484 мг/л. Общая их жесткость 3,5—5,5 мг/экв.

Химический состав вод четвертичных отложений гидрокарбонатный кальциевый, близкий к составу поверхностных вод. По степени минерализации они также относятся к слабоминерализованным (142—330 мг/л). Жесткость воды 1,7—5,0 мг/экв.

Волчанское бурогольное месторождение

Волчанское месторождение занимает южную часть Волчанской угленосной депрессии, которая протягивается в меридиональном направлении вдоль железной дороги Серов—Североуральск.

В административном отношении месторождение находится в районе города Волчанска Свердловской области.

Месторождение открыто в 1859 году в верховьях рек

М. Волчанка и Мостовка. Первые поисковые работы относятся к 1900—1917 годам. Однако только в 1943—1959 годах они приобрели систематический, плановый характер. В этот период исследования охватили всю территорию углепроявления. В результате в южной части депрессии была выявлена мощная залежь бурого угля, большая часть которой оказалась доступной для открытых разработок.

С 1945 по 1953 год на условно выделенных участках — полях разрезов № 5, 6, 3, 3-бис, 4, шахтного поля 4/1 и участка 5 — выполнялась детальная разведка. В течение 1944—1956 годов на месторождении было введено в эксплуатацию пять угледобывающих разрезов. В 1971 году все действующие угольные разрезы месторождения были объединены в один промышленный комплекс — разрез Волчанский.

Гидрогеологические условия месторождения изучались на различных стадиях геологической разведки, а также в процессе специальных опытных работ, цель которых — решение вопросов, связанных с эксплуатацией различных участков месторождения на проектных горизонтах их отработки. В разные периоды гидрогеологические исследования проводились для изучения степени обводненности отдельных водоносных горизонтов и месторождения в целом.

Со времени организации на месторождении искусственного водопонижения (1949—1950 гг.) и по настоящее время большой объем гидрогеологических работ здесь проводит комбинат Вахрушевуголь. Основное содержание этих работ — бурение водопонижительных и контрольных скважин, наблюдения за динамическим уровнем воды и объемом водоотлива.

Климат района континентальный. Среднегодовая температура воздуха составляет $+0,4^{\circ}\text{C}$. Минимальная среднемесячная температура зафиксирована в январе (-17°C), максимальная — в июле ($+16^{\circ}\text{C}$). Годовое количество атмосферных осадков колеблется от 327 до 556 мм.

Ледостав на реках района устанавливается в конце октября — начале ноября, вскрываются водоемы в апреле. Глубина промерзания почвы 1,30—2,0 м.

Поверхность Волчанского месторождения — всхолмленная равнина, типичная для Зауралья и переходной

предгорно-увалистой полосы восточного склона Северного Урала.

Гидрографическая сеть представлена мелкими речками: Мостовкой, Малой Волчанкой, Логовой и Озерной. Все они принадлежат к бассейну реки Сосьвы и являются притоками речки Б.Волчанка. Все речки, пересекая площадь месторождения в широтном направлении, берут начало из окружающих болот. Их питание осуществляется за счет атмосферных осадков и грунтовых вод. Расход воды в речках незначительный, своего максимума он достигает в период весенних паводков, летних дождей, а также осенью — 190—260 л/с.

Волчанское месторождение бурых углей занимает южную половину одноименной эрозионно-тектонической депрессии в палеозое, выполненной угленосными континентальными образованиями среднего и верхнего триаса. Депрессия связана с тектоническим разломом, протягивающимся по восточной окраине Тагило-Магнитогорского синклиория.

В геологическом строении месторождения и примыкающей к нему территории принимают участие эффузивно-осадочные и осадочные породы палеозойского и мезокайнозойского возраста.

Отложения палеозоя представлены интенсивно дислоцированными образованиями среднего и верхнего девона. Метаморфические и эффузивные породы получили распространение в прибортовых частях Волчанской депрессии и сложены кремнистыми метаморфическими сланцами, туффитами, роговообманковыми порфиритами и их туфами.

Толща карбонатных осадков, представленная известняками эйфельского яруса, пользуется в районе месторождения широким распространением. Почти всюду она вскрывается разведочными скважинами в бортовых частях депрессии.

Мезозойские образования трансгрессивно с угловым несогласием залегают на отложениях девона. В пределах депрессии мезозойский комплекс пород представлен корой выветривания палеозойских образований и континентальными угленосными отложениями среднего и верхнего триаса. Мощность мезозойских осадков непостоянная и изменяется с запада на восток от 0,0 до 900 м.

Угленосные образования среднего и верхнего триаса

на площади месторождения, как и всюду в пределах Среднего и Северного Урала, по своим литолого-фациальным особенностям подразделяются на два комплекса, резко отличных друг от друга: нижний — пестроцветный, характеризующийся повышенным содержанием глинозема и железа, и верхний — преимущественно серо-светлый угленосный, имеющий цикличное строение. В составе комплекса выделяются четыре свиты (снизу вверх): веселовская, богословская, волчанская и маловолчанская. Последние две в свою очередь, по степени угленасыщенности, подразделяются на отдельные угольные и безугольные горизонты.

Образования веселовской свиты в пределах Волчанской депрессии распространены ограниченно.

Отложения богословской свиты залегают с размывом на разных уровнях среза веселовской свиты и породах палеозойского фундамента. По своему литологическому составу в пределах Волчанского месторождения осадки свиты являются первым циклом триасового угленакопления.

Широкое распространение на площади месторождения имеют образования волчанской свиты, являющиеся основным угленосным комплексом мезозойских продуктивных осадков. Строение свиты сложное. Оно характеризуется непостоянным литологическим составом, изменяющимся в широтном направлении. По степени угленасыщенности и литологическим особенностям свита подразделяется на два горизонта: подугольный и нижний угленосный. В основании его залегают пачка конгломератов, сменяющихся вверх по разрезу толщей гравелитов и песчаников полимиктового состава.

Отложения маловолчанской свиты состоят из образований аллювиального и болотного осадконакопления, с преимущественным развитием песчаников, реже гравелитов, конгломератов и алевролитов. Средняя часть разреза свиты сложена угольными пластами, образующими верхний угленосный горизонт Волчанского месторождения. Сверху она перекрывается кайнозойскими отложениями.

Кайнозойский комплекс пород перекрывает более древние отложения палеозоя и мезозоя и представлен четвертичными континентальными отложениями небольшой мощности.

Месторождение имеет двухэтажное тектоническое строение. Нижний палеозойский этаж сложен осадочными, осадочно-эффузивными и метаморфическими комплексами пород складчатого сооружения Урала. Верхний — мезокайнозойский этаж представлен платформенными менее дислоцированными осадками среднего и верхнего триаса и более молодыми преимущественно рыхлыми отложениями четвертичного возраста. Каждый из этих этажей отражает крупные этапы геологического развития района месторождения.

По стратиграфическому принципу в районе месторождения выделяются три водоносных комплекса: палеозойский, мезозойский и кайнозойский.

Палеозойский комплекс представлен преимущественно карбонатными и частично песчано-глинистыми отложениями.

На площади распространения девонских известняков, оконтуривающих депрессию, отмечались сильно трещиноватые зоны и связанные с ними обильные прорывы подземных вод. Максимальный прорыв воды из известняков достигал 3500 м³/ч. Дренажированием были охвачены трещиноватые закарстованные известняки на площади 10 км², в пределах которой активно поглощалась вода реки Турьи в количестве 550 м³/ч.

В зоне восточного надвига вскрыты чередующиеся слабодоносные известняковые блоки с весьма обводненными трещиноватыми известняками. Удельный дебит скважин в слабообводненных блоках не превышал 0,1 л/с, а в обводненных полосах трещиноватых известняков достигал 100 л/с.

Мезозойский водоносный комплекс подразделяется на верхний и нижний водоносные горизонты. Верхний приурочен к нижнему угленосному горизонту, который распространяется на большей части Волчанского разреза. Толщей, вмещающей подземные воды, являются переслаивающиеся пласты углей, песчаников, конгломератов и алевролитов.

Фильтрационные свойства верхнего водоносного горизонта зависят от литологического состава водовмещающих пород. На западном борту разреза преобладают песчаники. Дебит скважин здесь 2,22 л/с. В центре — угли, дебит 6,23 л/с. На востоке распространены алевролиты с редкими прослоями угля. Дебит — 0,142 л/с.

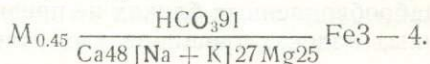
По данным гидрогеологических исследований, общее снижение водопроницаемости пород зависит от глубины. В настоящее время водоносный горизонт имеет преимущественно безнапорный характер.

Нижний водоносный горизонт приурочен к подугольному горизонту и получил распространение в западной части Волчанского разреза. На востоке подугольные отложения представлены преимущественно аргиллитами и условно принимаются за водоупор.

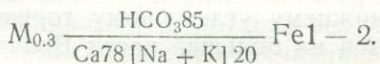
Нижний водоносный горизонт граничит на востоке с верхним, образуя с ним практически единую водонапорную систему. На западе нижний горизонт соприкасается с девонскими известняками. Выяснена гидравлическая взаимосвязь между подугольными песчаниками и девонскими известняками.

Кайнозойский водоносный комплекс приурочен к торфяникам, линзам песков и, реже, к делювиальным галечникам. Сейчас этот горизонт полностью осушен горными выработками. Водоносность четвертичных отложений небольшая и в обводнении месторождения роли не играет.

Все подземные воды Волчанского бурогоугольного месторождения относятся к пресным с общей минерализацией 0,3—0,5 г/л. Несколько повышенной минерализацией отличаются подземные воды мезозойских отложений. Характерный их химический состав, представленный формулой Курлова, следующий:



Характерный химический состав вод известняков такой:



ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ БУРОУГОЛЬНЫЙ БАСЕЙН

Бассейн объединяет более 50 изолированных месторождений бурых углей палеоген-неогенового возраста, расположенных в пределах южной части Предуральского краевого прогиба. Основная часть бассейна разведана и пригодна для открытой разработки. Однако качество углей бассейна низкое, а разработку пластов затрудня-

ют сложные гидрогеологические условия. В пределах бассейна действует пока только один Кумертаусский разрез Бабаевского месторождения (ориентировочный срок отработки 1990 год).

В административном отношении месторождение относится к северной части Кумертаусского района БАССР и находится в 4 км восточнее города Кумертау, на территории, подчиненной этому городу (рис. 17).

Экономику района месторождения в настоящее время определяет наличие крупного Кумертаусского угольного разреза. Кроме того, в Кумертау имеются брикетная фабрика, перерабатывающая добытый уголь, межрайонная ТЭЦ и ряд предприятий местной промышленности. В целом Кумертаусский район — один из центров развивающейся угольной промышленности в Южно-Уральском бурогольном бассейне.

Рельеф земной поверхности района бассейна представляет собой в значительной степени всхолмленную равнину. Основными формами рельефа являются: мелко-сопочник различной конфигурации, равнинные пространства водоразделов, гряды, корытообразные понижения.



Рис. 17. Обзорная карта Южно-Уральского бурогольного бассейна:

1 — граница Южно-Уральского бассейна; 2 — месторождения: 1) Бабаевское, 2) Тюльганское

Климат юго-западной части района характеризуется сухостью, резкой континентальностью, большой амплитудой колебания летних и зимних температур, значительным количеством осадков (до 341 мм), большой силой и частотой ветров. Снеговой покров сдувается ветром в пониженные места и ложится неравномерно. Таяние снега происходит быстро, поэтому талые воды просочиться вглубь не успевают и расходуются на поверхностный сток.

Поскольку снег тает быстро, весенние паводки обычно резкие и кратковременные. Осадки чаще всего кратковременные, часто сопровождаются сильными ветрами и поэтому мало пополняют запасы подземных вод, уходя в поверхностный сток.

Климат северо-восточной части более мягкий. Осадков здесь выпадает больше (до 370 мм). Благодаря наличию лесов, снеговой покров ложится более равномерно, снег тает медленнее и более продолжительно, что способствует фильтрации талых вод в глубь земли. Среднегодовая температура составляет $+3,0^{\circ}\text{C}$. Абсолютный температурный максимум $+37^{\circ}\text{C}$, минимум $-40-45^{\circ}\text{C}$. Наибольшее количество осадков приходится на летние месяцы: июнь, июль, август — до 62% от их среднегодовой суммы.

В геологическом строении района принимают участие палеозойские, мезозойские и кайнозойские отложения. Наибольшее площадное распространение имеют верхнепермские осадочные красноцветные отложения казанского и татарского ярусов, смятые в узкие гребнеобразные антиклинальные и более широкие синклиналильные складки. Они нередко разорваны сбросами на ряд блоков и прорваны по тектоническим нарушениям гипсами кунгурского яруса нижнепермского возраста.

На опущенных блоках пермских отложений залегают мезозойские и кайнозойские породы, образующие пологие синклиналильные складки. Почти повсеместно, за исключением крутых склонов, коренные отложения покрыты осадками четвертичного возраста.

Геологический разрез месторождений бассейна представлен песчано-конгломератовыми отложениями пермского триаса, местами сохранившимися песчано-глинистыми отложениями юры, меловыми серыми и зеленовато-серыми глинами и песками, третичными (олигоцен-миоце-

новыми) углисто-песчано-глинистыми угленосными отложениями и покрывающими их четвертичными отложениями.

Угленосные олигоцен-миоценовые отложения пользуются наибольшим распространением на месторождениях бассейна и подразделяются на три свиты: 1) нижнюю (базальную или подугленосную); 2) среднюю (угленосную); 3) верхнюю (безугольную или надугольную).

Нижняя (подугленосная) свита вскрыта на всех детально разведанных месторождениях. На Тюльганском месторождении осадки ее залегают на размытой поверхности триасовых и юрских отложений. В низах разреза в мелкозернистом светло-сером песке преобладают галька и гравий. Выше состав свиты в основном песчано-глинистый с преобладанием песков.

На Бабаевском, Куюргазинском и Маячном месторождениях подугленосная свита разделяется на две подсвиты: нижнюю — глинистую и верхнюю — песчаную. Нижняя состоит из толщи серых жирных или песчаных глин, в которой заключены прослойки и линзы песков. В толще подсвиты встречается несколько прослоев глинистого бурого угля. Мощность их на Бабаевском месторождении изменяется от 0,1 до 1,5 м. Мощность глинистой подсвиты — около 15 м. Верхнюю песчаную подсвиту составляют переслаивающиеся белые, светло-серые, буровато-серые и бурые кварцевые пески, иногда глинистые и с линзами глин, насыщенных галькой и гравием.

Мощность подугленосной свиты на Бабаевском, Маячном и Куюргазинском месторождениях — от нескольких метров до 100 и более.

Более однообразный литологический состав имеет средняя (угленосная) свита. Она сложена преимущественно темно-серыми, серыми и серовато-белыми (каолиновыми) глинами и бурыми углями. Глины большей частью жирные с маломощными линзами песков. Вблизи буроугольной залежи глины имеют буровато-коричневый, иногда черный цвет.

Буроугольная залежь изменяется по мощности. Максимальная ее мощность на Бабаевском месторождении достигает 105 м, на Тюльганском — 95, на Маячном — 43 м. Строение буроугольных залежей, особенно по окраинам месторождений, очень сложное. По мере удале-

ния от центра месторождения буроугольная залежь расщепляется, приобретая этажное строение.

Кровля залежи осложнена размывами и диапировыми складками. Они образовались в процессе отложения на гелеобразную угольную массу более тяжелых песчаных глин и галечников. В углублениях складок залегают песчаногалечные отложения. Мощность свиты — до 100—120 м, а местами и более.

Верхняя надугольная свита налегает с размывом на угленосную свиту, заполняя в ней эрозионные впадины.

Отложения верхней свиты по своему составу неоднородны. Пески и галечники залегают среди глин в виде линз различных форм. Глины обычно песчанистые, а пески тонкозернистые, реже среднезернистые и очень редко крупнозернистые.

Свита распространена на всей площади буроугольных месторождений. Исключение составляют отдельные участки, размытые плиоценовой и четвертичной эрозией. Мощность отложения свиты изменяется в широких пределах — от 10 до 80 м в зависимости от последующей эрозии, а также от амплитуды погружения депрессии.

Континентальные плиоценовые отложения разделяются на две толщи — нижнюю и верхнюю. Нижняя сложена светло-коричневыми, серыми, голубоватыми и желтоватыми глинами. Глины плотные, отчетливо слоистые с тонкими прослоями песков, нередко с галечниковыми прослоями. На Тюльганском и Матвеевском буроугольных месторождениях толща содержит пласты бурого угля мощностью от 0,20 до 5,8 м.

Верхняя толща представлена красно-бурыми, коричневыми, сероватыми и желтоватыми известковистыми глинами, песчаниками, глинистыми песками с галькой. Мощность плиоценовых отложений достигает 60 метров.

Четвертичные отложения покрывают всю площадь района, мощность их разнообразная. Отложения представлены коричневатобурыми и желтоватобурыми глинами с линзами песков и рассеянной галькой кремния; подстилаются они обычно галечником. Как в глинах, так и в песках часто встречается несколько прослоев галечника.

Перекрывающими для всего этого комплекса являются суглинки макропористые, с включением известковых журавчиков и галек материнских пород.

Значительное площадное распространение имеют аллювиальные отложения. Они приурочены к современной гидрографической сети и представлены суглинками, супесями, глинами, песками и галечниками.

Геологическая структура района рассматривается как сочетание образовавшихся в конце верхней перми синклинальных и антиклинальных складок и сбросов, усложненных рядом диапировых складок и протыканий соленосными породами кунгурского яруса.

В рельефе пермо-триасового красноцвета выделяется множество депрессий, выполненных мезо-кайнозойскими осадками. С этими депрессиями связаны многочисленные месторождения бурого угля третичного возраста.

Третичные угленосные отложения, заполняющие впадины палеозойского ложа, в общем виде залегают почти горизонтально на Бабаевском месторождении, с западным падением под углом $10-15^\circ$ на Ворошиловском, почти горизонтально с подъемом к куполу на Маячном, с падением к востоку до $5-6^\circ$ на Тюльганском, с падением к западу под углом $2-5^\circ$ на Козловском месторождениях.

Преобладающей формой залегания надугольных отложений и верхних слоев угольной залежи являются диапировые складки, образовавшиеся при неравномерном отложении на пластичную или гелеобразную угольную массу более тяжелых песчаных глин, песков и галечников. Направление складок, вероятно, совпадает с направлением водных потоков, приносивших песчано-глинистый материал. На участке, обнаженном разрезом Бабаевского месторождения, диапировые складки протягиваются в основном в направлении с юга на север. Протяжение совпадает с общим наклоном современной земной поверхности на этом участке.

Морфология земной поверхности, литологический состав горных пород, характер их залегания определяют и гидрогеологическое строение района. Пермские породы, слагающие огромные площади, возвышающиеся вокруг месторождений, непрерывно пополняют запасы воды за счет фильтрации дождевых и талых вод и расходуют эти запасы в виде источников и ключей в пониженных участках депрессий, к которым приурочены буроугольные месторождения. Вследствие этого уровень

грунтовых вод в пределах карьерных полей находится на глубине 2—3 м от земной поверхности, а в оврагах, балках и долинах ручьев и рек такие воды выходят на земную поверхность в виде источников.

Большое распространение на территории месторождений песчано-галечниковых глин, песков и галечников обусловило наличие значительных запасов подземных вод, которые поступают в открытые горные выработки.

Резко выраженный рельеф способствует образованию напорных вод. Нередко встречаются участки, где высота напорного уровня подземных вод превышает земную поверхность. Скважины вскрывали фонтанирующие воды почти во всех депрессиях: в Бабаевской, Маячной, Суракайской, Тюльганской, Козловской и др.

К пермским породам приурочены, главным образом, пластово-трещинные воды и, в меньшей степени, трещинно-карстовые и пластово-поровые (в рыхлых песчаниках, галечниках и конгломератах). В породах мезозойского и кайнозойского возраста заключены в основном воды пластово-порового типа.

Среди третичных отложений снизу вверх выделяются следующие напорные водоносные горизонты: подугольный, угольный и надугольный.

Подугольный водоносный горизонт встречается на всех бурогольных месторождениях Южно-Уральского бассейна. Он представлен, главным образом, мелкозернистыми и тонкозернистыми пылеватыми рыхлыми или уплотненными песками и линзами крупнозернистого песка и очень редко гравия и гальки, переслаивающимися с глинами мощностью до 15 м. По механическому составу пески содержат от 50 до 56% пылевой фракции, от 3,5 до 30% песчаной, от 4 до 27% глинистой и относятся к пылеватым пескам и супесям. Мощность песков 5—30 м. Песчаные горизонты местами разделяются глинами мощностью от 1 до 10 м, причем на некоторых месторождениях отмечается несколько разделяющих прослоев. Среди песков встречаются прослойки галечников, невыдержанные по площади.

Дебит скважин из основной песчаной толщи меняется как в пределах одного месторождения, так и в целом по бассейну от 0,1 до 7,0 л/с, удельный дебит — от 0,001 до 0,08 л/с, коэффициент фильтрации песков — от 0,001

до 0,17 м/сут. Высота напора пьезометрического уровня варьирует от 1—2 до 130 м.

Дебит скважин из галечниковых слоев доходит до 10 л/с, коэффициент их фильтрации до 30—50 м/сут. Наибольшей водоносностью горизонт обладает на Ворошиловском, Тюльганском, Репьевском и Матвеевском месторождениях, меньшей — на Куюргазинском и Маячном.

Водоотдача песков, по данным наблюдений за восстановлением уровня, по коэффициентам фильтрации, а также по дебитам скважин, небольшая. Пескам присуща различная степень пльвучести, меняющаяся как в пределах одного месторождения, так и в целом по бассейну.

Воды подугольного водоносного горизонта, в большинстве случаев, взаимосвязаны с водами, заключенными в бурогольной залежи. Такая связь наблюдается на Бабаевском, местами — на Маячном, Ворошиловском, Козловском и Куюргазинском месторождениях. Исключением является Тюльганское. Здесь эта связь, вероятно, отсутствует, поскольку мощная бурогольная залежь отделяется от песков толщей пластичных глин мощностью от 10 до 50 м. Однако, несмотря на отсутствие непосредственной связи подугольных и угольных вод на Тюльганском месторождении, в процессе его эксплуатации возможны прорывы подугольных вод в карьер. По данным эксплуатационных откачек из водопонизительных скважин, на Ермолаевском разрезе максимальный дебит скважин составлял от 2—4 м³/ч до 60 м³/ч.

Дебит самоизливающихся забивных фильтров, пробуренных в почву штреков до подугольных песков, в зависимости от величины напора и зернистости песков, колебался в пределах от 0,5 м³/ч до 20 м³/ч. При подходе горных выработок к пескам, содержащим напорные воды, происходит прорыв песков с водой и заклинивание выработок. Особенную опасность такие прорывы представляют для вертикальных выработок (стволов, шурфов).

После снятия напорных вод подугольные пески теряют свойства пльвунов и допускают значительные напряжения. Осушение песков в бортах разреза сохраняет устойчивость откосов, даже если они вертикально обнажаются высотой до 10 и более метров.

Угольный водоносный горизонт рассматривается как самостоятельный. Дебит скважин, вскрывающих буроугольную залежь, колеблется от 0,10 до 5,95 л/с; удельный дебит — от 0,1 до 0,2 л/с; коэффициент фильтрации пород — от 0,0005 до 0,3 м/сут и реже — до 1,2 — 6,0 м/сут. Поверхности пьезометрических уровней угольного и подугольного водоносных горизонтов имеют на отдельных месторождениях одинаковые отметки и уклон. Это — свидетельство их взаимосвязи и общей области питания. Лабораторные испытания угля показали, что его молекулярная влагоемкость составляет 50—56%, а естественная влажность 48—58%.

Надугольный водоносный горизонт распространен по всей площади каждого месторождения бассейна и приурочен к линзообразным отложениям песков, галечников, песчаных и песчано-галечниковых глин и суглинков. Среди них выделяют воды плиоценовых и четвертичных отложений.

Воды плиоценовых отложений приурочены к линзам зеленовато-серых песчаных глин, глинистым пескам, пескам с галькой и гравием, залегающим среди плотных и пластичных глин. Эти отложения сохранились главным образом на наиболее опущенных участках или в местах глубокого размыва на Ворошиловском, Тюльганском и Матвеевском месторождениях.

Плиоценовые отложения состоят из песков, местами с галькой и глиной, и образуют различные по размеру линзы, которые иногда налегают на угленосные отложения и перекрываются повсеместно четвертичными отложениями. Мощность водоносного горизонта изменяется от 0 до 16 м, местами достигает 20—30 м (Ворошиловское месторождение). Воды обладают напором, высота которого изменяется от 1 до 30 м. Дебит скважин, вскрывающих плиоценовый водоносный горизонт, составляет 0,03—0,11 л/с; коэффициент фильтрации пород изменяется от 0,3—1,65 м/сут до 5—16 м/сут.

Четвертичный водоносный горизонт распространен в пределах всех буроугольных месторождений. Наиболее водоносными среди него являются песчано-галечниковые отложения. Максимальное распространение горизонта прослежено в северной и восточной частях Тюльганского месторождения, на значительных площадях Ворошиловского и на отдельных участках Бабаевского, Маяч-

ного, Кюргазинского и Матвеевского месторождений. В местах наибольшего развития песчано-галечниковые четвертичные отложения, разделяясь глинами, обычно вмещают в себя несколько горизонтов, взаимосвязанных между собой и имеющих одинаковую отметку пьезометрического уровня. Таких песчано-галечниковых горизонтов насчитывается от двух до трех, а иногда и больше, их общая мощность от 0,9 до 12 и реже — до 20—30 м. Дебит скважин в этих отложениях достигает 15—20 л/с, а коэффициент фильтрации пород — до 26 м/сут.

Среди четвертичных отложений водоносными являются также суглинки, глинистые пески, песчаные глины. Они залегают в тектонических депрессиях, а также слагают плоские водоразделы. В первом случае в них встречаются напорные воды, во втором — безнапорные. Глубина залегания горизонта изменяется от 0 до 10—15 м. Дебит скважин невелик, чаще всего выражается сотыми, реже десятыми долями л/с. Коэффициент фильтрации пород до 0,1 м/сут. Воды верхнего четвертичного горизонта дренируются реками и балками, по которым вытекает множество нисходящих родников с расходом от 0,01 до 1 л/с.

Воды третичных угленосных и покрывающих их четвертичных отложений питаются за счет атмосферных осадков, выпадающих на площади их распространения и на площади склонов, обращенных к депрессии.

По химическому составу в районе месторождений развиты гидрокарбонатные кальциевые, реже натриевые и магниевые воды с общей минерализацией 0,3—0,7 г/л и рН 7,2—8,3 (табл. 22, 23).

Химический состав вод надугольного горизонта однообразен. Они относятся к гидрокарбонатному классу, кальциевой или магниевой группы первого и второго типов. Минерализация подземных вод этого горизонта в среднем составляет 0,5—0,6 г/л. Относительное содержание гидрокарбонатных ионов достигает 86—93 мг/экв %. Среди катионов преобладающими являются кальций и магний.

Воды угольного водоносного горизонта по химическому составу пестрые. Минерализация их в районе Тюльганского месторождения составляет в среднем 0,3—0,4 г/л, в редких случаях достигая 0,5—0,7 г/л. В районе Кумертаусского разреза они более минерализованы (до

Химический состав подземных вод Тюльганского разреза
Южно-Уральского бассейна мг/л; мг/экв. %

№ сква- жин	Глубина отбора проб, м	Дата отбора	Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ ' + CO ₃ "	Na+K	Mg"	Ca"	Сумма ионов, мг/л	pH	Жест- кость общая, мг/экв	Fe общее	Нефте- про- дукты	Индекс хими- ческо- го со- става
Надугольный водоносный горизонт														
19	2,5	1949 г., июль	10 4	21 6	372 90	25 16	35 42	57 42	520	7,5	5,7	—	—	C _I ^{MgCa}
60	2,5	1949 г., июль	10 4	37 10	390 86	21 12	24 26	93 62	575	7,5	6,6	—	—	C _{II} ^{Ca}
Угольный водоносный горизонт														
57	3,8	1949 г., май	25 17	25 12	168 71	25 27	10 20	43 53	296	8,0	2,9	—	—	C _{II} ^{Ca}
56	6,8	1949 г., июнь	21 15	16 9	183 76	21 23	15 31	36 46	292	8,0	3,0	—	—	C _{II} ^{Ca}
51	0,20	1949 г., август	42 27	41 18	152 55	2 2	25 46	46 52	338	7,5	4,4	—	—	C _{IIIa} ^{Ca}
1344	12,6	1954 г. —	23 12	62 25	198 63	39 33	2 4	64 63	388	8,8	3,4	—	—	C _I ^{Ca}
1345	8,8	1954 г. —	17 8	18 7	296 85	12 8	8 10	92 82	443	8,0	5,2	—	—	C _{IIIa} ^{Ca}
1345	20,0	1954 г. —	17 10	6 2	265 88	34 30	5 8	62 62	389	8,0	3,5	—	—	C _I ^{Ca}

№ сква- жин	Глубина отбора проб, м	Дата отбора	Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ ' + CO ₃ "	Na+K	Mg..	Ca..	Сумма ионов, мг/л	pH	Жест- кость общая, мг/экв	Fe общее	Нефте- про- дукты	Индекс хими- ческо- го со- става
1472	14,0	1954 г. —	17 13	20 11	171 76	23 27	10 21	39 52	280	8,0	2,7	—	—	C _I ^{Ca}
1473	13,0	1954 г. —	19 6	71 16	442 78	9 4	44 39	104 57	689	8,0	8,8	—	—	C _{IIIa} ^{Ca}
1473	28,0	1954 г. —	31 10	153 34	323 53	60 27	43 37	66 36	679	8,0	6,8	—	—	C _{II} ^{Mg}
1922	—	1970 г., август	44 29	36 17	134 54	44 45	12 25	24 29	294	8,1	2,2	—	—	C _{II} ^{Na}
1923	—	1970 г., август	64 22	85 22	269 56	21 11	55 56	52 33	545	7,2	7,1	—	—	C _{IIIa} ^{Mg}
1930	—	1970 г., август	40 18	25 10	262 72	51 37	18 25	44 38	440	7,6	3,7	—	—	C _I ^{Ca}
1931	—	1970 г., август	116 37	21 4	317 59	106 52	30 27	36 21	626	8,3	4,3	—	—	C _I ^{Na}
Подугольный водоносный горизонт														
1922	—	1970 г., август	14 8	20 8	255 84	41 36	19 32	32 32	381	7,7	3,2	—	—	C _I ^{Na}
1930	—	1970 г., август	20 13	15 7	214 80	14 13	32 60	24 27	319	7,6	3,8	—	—	C _{IIIa} ^{Mg}

№ сква- жин	Глубина отбора проб, м	Дата отбора	Cl'	SO ²⁻ ₄	НСО ⁻ ₃ +СО ²⁻ ₃	Na+K	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Сумма ионов, мг/л	рН	Жест- кость общая, мг/экв	Fe общее	Нефте- про- дукты	Индекс химиче- ского состава
16.	24,0	1949 г., июль	20 10	21 7	336 83	5 3	46 58	50 39	478	7,5	6,3	—	—	С _{Mg} С _{IIIa}
20	30,0—90	1949 г., сентябрь	20 10	25 8	305 82	25 18	17 23	72 59	464	7,5	5,0	—	—	С _{Ca} С _{II}

1,2—1,5 г/л). По анионному составу преобладают гидрокарбонатные, лишь в отдельных случаях встречаются сульфатные. По катионному составу воды угольного горизонта кальциевые. Тип вод второй, реже — третьей.

Воды подугольного и триасового горизонтов имеют минерализацию 0,3—0,5 г/л и не отличаются по своему составу от подземных вод описанных выше горизонтов.

БУЛАНАШ-ЕЛКИНСКИЙ УГЛЕНОСНЫЙ РАЙОН

Буланаш-Елкинский угленосный район расположен на восточном склоне Урала. Угленосные отложения залегают в глубокой депрессии типа грабен-впадины. В пределах района находятся три месторождения: Буланашское, Дальне-Буланашское, Елкинское. Два последних, вследствие сложности геологического строения и ограниченности запасов, в настоящее время не разрабатываются.

Буланашское каменноугольное месторождение находится в северной части депрессии, в 12—14 км к востоку от города Артемовска (Свердловская

Химический состав подземных вод Кумертаусского разреза
Южно-Уральского бассейна, мг/л; мг/экв. %

№ скважин	Глубина отбора проб, м	Дата отбора	Cl'	SO ^{''}	HCO ₃ ' + CO ₃ ^{''}	Na + K	Mg ^{..}	Ca ^{..}	Сумма ионов, мг/л	pH	Жесткость общая, мг/экв	Fe общее	Нефтепродукты	Индекс химического состава
Угольный водоносный горизонт														
557	—	1943 г., июль	58 17	34 8	412 75	59 28	29 26	79 46	671	7,5	6,3	—	—	C _I ^{Ca}
2	—	1943 г., сентябрь	224 33	235 26	474 41	115 26	58 25	184 49	1290	7,5	14,0	—	—	C _{IIIa} ^{Ca}
22	—	1944 г., ноябрь	14 6	10 2	488 92	23 12	46 44	76 44	657	6,0	7,6	—	—	C _I ^{MgCa}
2010	—	1971 г., сентябрь	222 28	540 49	317 23	322 62	57 21	80 17	1538	8,0	11,7	—	—	S _{II} ^{Na}
2002	—	1971 г., сентябрь	10 3	267 57	238 40	53 23	23 19	112 58	703	8,0	7,5	—	—	S _{II} ^{Ca}
Надугольный водоносный горизонт														
17	—	1944 г., август	7 3	27 8	403 89	9 5	62 68	38 27	546	7,5	7,0	—	—	C _{II} ^{Mg}
18	—	1944 г., август	7 2	25 5	525 93	71 33	27 24	80 43	735	8,0	6,2	—	—	C _I ^{Ca}

область). В северо-западной части месторождения расположен шахтерский поселок Буланаш.

Питьевое и техническое водоснабжение поселка осуществляется за счет подземных вод известняковой толщи нижнего карбона. Шахтные воды используются в небольшом количестве предприятиями самих шахт. Основной объем откачиваемых шахтных вод сбрасывается в речку Большой Буланаш.

На площади месторождения в разное время был выполнен значительный объем гидрогеологических исследований. Первые из них, посвященные изучению гидрогеологических условий, относятся к 1938—1939 годам. Позднее, в 1954—1959 годах, дополнительно изучались гидрогеологические условия шахтных полей.

Рельеф района месторождения представляет слабо всхолмленную равнину с небольшим понижением поверхности в северо-восточном направлении. Гидрографическая сеть представлена рекой Ирбит и ее левобережными притоками — реками Бобровкой, Большим и Малым Буланашем. Река Ирбит, протекающая с севера на юг за пределами месторождения в трех километрах к востоку от поселка Буланаш, является местным базисом эрозии. Расход реки в районе поселка колеблется от 0,10 до 3,0 м³/с.

Река Бобровка протекает в северной части Буланашского месторождения. Она берет начало из озера Белого и пересекает месторождение с запада на восток. Среднегодовые ее расходы составляют 0,80—1,50 м³/с. Меженные расходы изменяются от 0,20 до 0,68 м³/с, паводковые — от 3,0 до 4,1 м³/с.

Река Большой Буланаш берет начало в северной части Буланашского болота и пересекает месторождение с запада на восток. Максимальный среднемесячный расход составляет 0,23 м³/с, минимальный — 0,04 м³/с.

Речка Малый Буланаш начинается в заболоченном массиве на западном склоне депрессии и протекает с северо-запада на юго-восток. Расход реки колеблется от 0,001 до 0,003 м³/с.

Воды всех водоемов мягкие, пресные, гидрокарбонатного кальциевого состава. Жесткость не превышает 4—5 мг/экв.

Климат района месторождения резко континентальный — зима холодная, продолжительная (6—7 месяцев).

Лето короткое, прохладное. Среднегодовая температура воздуха составляет $+1,0^{\circ}\text{C}$, среднемноголетнее количество атмосферных осадков — 455 мм/год.

Буланашское месторождение приурочено к Буланаш-Елкинской палеозойской депрессии, заполненной угленосными образованиями триаса. Депрессия — клинообразный грабен, связанный с зоной тектонических разломов, проходящих на восточной окраине Восточно-Уральского прогиба.

В геологическом строении района месторождения принимают участие эффузивно-осадочные, осадочные и интрузивные породы палеозоя и отложения мезокайнозойского возраста. Первые относятся к складчатому геосинклинальному комплексу Урала, вторые являются типичными платформенными образованиями.

Палеозойские отложения залегают в восточной части Восточно-Уральского прогиба и образуют сложную систему складчатых сооружений меридионального простирания. Они представлены образованиями ордовикосилурийского и среднедевонско-каменноугольного возраста. Это метаморфические сланцы, известняки и вулканогенные образования.

Мезозойские отложения заполняют Буланаш-Елкинскую депрессию в палеозойском фундаменте и трансгрессивно залегают на отложениях девона и карбона. В пределах депрессии мезозойский комплекс пород представлен континентальными угленосными отложениями среднего и верхнего триаса, а также осадками нижней юры. Мощность мезозоя непостоянна и изменяется с запада на восток от нуля до 1500 м.

Отложения среднего триаса отнесены к непродуктивной толще. Они залегают на отложениях палеозоя и представлены конгломератами, песчаниками, алевролитами и аргиллитами.

Отложения верхнего триаса залегают на породах среднего триаса, а в местах его отсутствия — непосредственно на образованиях палеозоя. В пределах депрессии комплекс отложений верхнего триаса является продуктивной толщей и слагает собственно Буланашское месторождение. По литологическому составу и характеру угленосности продуктивные отложения подразделяются на три свиты: елкинскую, буланашскую и бобровскую (снизу вверх). Отложения елкинской свиты зале-

гают вдоль западного борта депрессии. Мощность их не превышает 130 м. Отложения буланашской свиты (мощность до 520 м) слагают центральную часть разреза продуктивных образований. Бобровская свита, мощность которой колеблется от 220 до 460 м, слагает верхнюю часть разреза продуктивной толщи.

Отложения нижней юры (их мощность достигает 120 м) встречаются отдельными участками. Сверху они перекрываются осадками кайнозоя.

Кайнозойский комплекс пород перекрывает отложения палеозоя и мезозоя. По условиям образования в составе его выделяются морские осадки серовской свиты эоценового возраста и четвертичные континентальные отложения.

Буланашское угольное месторождение отличается сложными гидрогеологическими условиями. Вследствие большого разнообразия литологического строения, сложной тектоники и рельефа возникли различные условия залегания, питания, распределения и динамики подземных вод.

Палеозойский водоносный комплекс повсеместно распространен на бортах грабена, где залегает под палеогеновыми отложениями на глубинах от 15 до 30 м, в районе месторождения — под триасовыми угленосными образованиями на глубине до 650 м.

Воды палеозойских образований относятся к трещинному и трещинно-карстовому типу. Воды эффузивов приурочены к трещиноватым порфиритам, туфам, диабазам, туффитам. Водоносность вулканогенных образований слабая. Удельные дебиты скважин составляют 0,001—0,05 л/с (В. Н. Лаврова, 1959 г.).

Водоносность сланцев, развитых среди карбонатных пород, также небольшая. Удельные дебиты скважин не превышают 0,0244 л/с. Водоносность известняков неравномерная. Удельные дебиты скважин колеблются от 0,08 до 1,65 л/с. Наиболее водоносные известняки развиты в южной части участка. Дебит отдельных скважин здесь достигает 100 л/с при понижении уровня на 7,3 м. На базе этих скважин организован водозабор для снабжения водой поселка Буланаш. Воды напорные. Высота напора над кровлей известняков составляет 10—65 м. Общее направление движения потока подземных вод восточное и северо-восточное.

На западном борту Буланашского месторождения водоносность известняков характеризуется дебитом скважин 16—18 л/с при понижении уровня на 1,0—1,3 м. На этом участке для водоснабжения поселка длительное время функционировал водозабор с общим расходом 30 л/с.

В отложениях триасового возраста выделено два водоносных горизонта. Один из них связан с продуктивной толщей, другой — с непродуктивными пестроцветными породами. По условиям залегания водоносные горизонты триасовых отложений относятся к трещинно-пластовому типу. Самостоятельные водоносные горизонты среди пород продуктивного триаса выделить невозможно, однако основная водоносность приурочена к трещиноватым песчаникам, пластам угля и конгломератам. Алевриты и аргеллиты обводнены в значительно меньшей степени. Наиболее обводненными являются песчаники, залегающие в кровле угольных пластов. Повышенной обводненностью обладает также толща грубообломочных пород, прослеживающаяся в средней части разреза буланашской свиты. Мощность толщи 50—70 м. Весьма сложные условия отработки месторождения возникли при пересечении горными выработками водоносных конгломератов и песчаников, имеющих развитие в почве и кровле угольного пласта (В. В. Бирюков, 1972 г.).

По данным опытных работ, наиболее обводненной следует считать елкинскую свиту; удельные дебиты скважин составляли 3,13—3,6 л/с, а коэффициент фильтрации пород — 2,12—2,45 м/сут.

Несколько меньшей водоносностью характеризуется буланашская свита. Наименее обводнена бобровская свита; удельные дебиты скважин изменялись от 0,034 до 1,17 л/с, коэффициент фильтрации пород колеблется в пределах 0,06—0,51 м/сут.

В условиях ненарушенного режима пьезометрический уровень подземных вод триасовых отложений устанавливается на разных глубинах от земной поверхности: от 0,1 до 8,0 м. Отмечается тесная гидравлическая связь между водами триасовых и палеозойских отложений, а также вышележащих вод опок.

В настоящее время в центральной части шахтных полей Б-3, Б-4, Б-5 уровень подземных вод триасового водоносного горизонта снижен до 130—230 м. Воронка

депрессии, созданная шахтным водоотливом, в плане имеет крутую форму. Весь подземный поток направлен в сторону шахтных стволов и дренируется горными выработками.

Основное питание водоносные горизонты триасовых отложений получают за счет кремнистых обводненных опок на площади их развития. Вследствие наклонного залегания угольных пластов, перекрытых сверху полуразрушенными песчаниками и конгломератами, опоковые воды на большой территории месторождения проникают в триасовые.

Однако на некоторых участках месторождения гидравлической связи опокового и триасового водоносных горизонтов не наблюдается. Объясняется это тем, что между горизонтами залегает мощный слой опоковой глины и аргиллитовой толщи триаса.

Режимные наблюдения за уровнем подземных вод триасового водоносного горизонта показывают, что он изменяется по сезонам года и достигает максимального подъема весной — в период снеготаяния (апрель — май). Минимальное положение уровня наблюдается в феврале — марте, когда инфильтрация атмосферных осадков практически отсутствует.

Пестроцветные непродуктивные отложения триаса изучены значительно меньше. Они локализируются в полосе развития мезозойских продуктивных отложений. Водоносность их связана с грубообломочными неотсортированными песчаниками, гравелитами, алевролитами. Воды пестроцветной толщи относятся к трещинно-пластовому типу. Максимальной мощности горизонт достигает на западе месторождения, минимальной — в центральной части. Характерная обводненность пород этого горизонта может быть охарактеризована дебитами скважин в пределах от 0,3 до 0,75 л/с.

Среди палеогеновых образований наиболее водоносны трещиноватые кремнистые опок серовской свиты нижнеэоценового возраста. Мощность опокового водоносного горизонта крайне невыдержана. Она больше в пониженных местах рельефа почвы палеогеновых образований. Сложные формы рельефа, наличие неравномерной трещиноватости, различная степень окаменелости и глинистости опок обуславливают различные условия питания и обводненности горизонта. Основными источни-

ками его питания являются атмосферные осадки, инфильтрующиеся сквозь толщу рыхлых песчано-глинистых образований четвертичного возраста. Воды напорные. Дебиты скважин с водозаборной частью в опоках колеблются от 0,25 до 8,2 л/с при понижениях уровня на 0,2 м. Максимальный приток воды из опокового водоносного горизонта в ствол шахты Б-1-2 составлял 450—475 м³/ч. Такой приток был зарегистрирован в первоначальный период освоения месторождения.

Наибольшая обводненность связана с трещиноватыми кремнистыми или окремненными опоками, развитыми в основном в восточной части месторождения, в зоне нарушения «Восточное». В районе шахтных полей Б-5, Б-4 и Б-3 опоковый горизонт интенсивно дренируется горными выработками. Депрессионная воронка, созданная в опоковом водоносном горизонте в течение 30 лет эксплуатации месторождения, имеет асимметричную форму, вытянутую в меридиональном направлении. Площадь депрессии составляет 37 км², радиус — 2,5—3 км. Режимные наблюдения позволили отметить наличие двух максимумов — весеннего и осеннего, а также двух минимумов — летнего и зимнего. Максимальный уровень стояния вод опок приходится на май — июнь, минимальный — на февраль — март.

Подземные воды четвертичных отложений приурочены к пескам, супесям, суглинкам и торфам. Пески и супеси развиты повсеместно, залегают в виде линз среди суглинков и глин, распространенных широко, и образуют сплошной покров. При наличии водоупора, представленного плотными глинами, песчаные линзы содержат в себе горизонт верховодки. В зависимости от условий залегания линз, воды в песках могут быть напорными и безнапорными.

Аллювиальные песчаные отложения отмечаются в долинах рек Ирбит, Бобровка, Большой Буланаш. Дебиты скважин здесь составляют 0,012—0,27 л/с при понижении уровня на 1,2—2,1 м. В центральной части месторождения, в районе действующих шахт, водоносные горизонты четвертичных отложений практически полностью сдренированы.

Все подземные воды района Буланашского месторождения относятся к пресным с минерализацией до 1 г/л (табл. 24).

Химический состав подземных вод
в районе Буланашского месторождения, мг/л, мг/экв %

Наименование шахтного поля	№ скважин (числитель), глубина отбора пробы, м (знаменатель)	Дата производства анализа	Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ ' + CO ₃ "	Na' + K'	Mg"	Ca"	Сумма ионов, мг/л	pH	Жесткость общая, мг/экв	Общее Fe	Индекс химического состава
Подземные воды палеозойских отложений													
811 Восточно-Буланашское	25	1970	9	10	125	0	13	27	184	7,5	2,4	2,9	Ca _{IIIa} ^{Ca}
	20,5		8	8	84	—	46	54					
	31	1970	5	16	198	14	22	24	279	6,2	3,0	—	C _I ^{Mg}
	26,5		3	8	89	17	50	33					
	35	1971	4	41	500	23	62	60	690	6,9	8,1	—	C _I ^{Mg}
	28,0		1	9	90	11	56	33					
	35	1971	4	41	274	12	41	31	403	8,0	4,9	—	C _{II} ^{Mg}
	39,0		2	15	83	9	63	28					
	30	1969	7	25	226	28	25	22	333	7,1	3,2	0,25	C _{II} ^{Mg}
50,0	5		11	84	27	48	25						
11	1968	39	113	208	30	15	88	493	6,5	5,6	—	C _I ^{Ca}	
42		16	35	49	19	17	64						

Наименование шахтного поля	№ скважин (числитель), глубина отбора пробы, м (знаменатель)	Дата производства анализа	Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ ' + CO ₃	Na·+K·	Mg··	Ca··	Сумма ионов, мг/л	pH	Жесткость общая, мг/экв	Общее Fe	Индекс химического состава
·	<u>7</u> 40	1969	7	3	181	4	7	48	250	6,9	3,0	—	C _I ^{Ca}
·	<u>1</u> 43	1969	18	7	342	48	18	53	486	6,4	4,1	—	C _I ^{Ca}
·	<u>1</u> 28	1969	12	7	330	44	13	56	462	6,4	3,9	—	C _I ^{Ca}
·	<u>1</u> 38	1967	12	21	293	44	10	56	436	6,6	3,6	—	C _I ^{Ca}
·	<u>2</u> 27	1967	12	7	372	55	14	58	518	6,6	4,1	—	C _I ^{Ca}
·	<u>6</u> 40,1	1972	5	1	94	37	18	45	358	7,0	3,3	—	C _I ^{Ca}
·	<u>34</u> 23,1	1969	0	14	152	14	20	12	212	7,4	2,2	—	C _I ^{Mg}
			—	11	89	21	58	21					

Наименование шахтного поля	№ скважины (числитель), глубина отбора пробы, м (знаменатель)	Дата производства анализа	Cl'	SO ₄ '	HCO ₃ ' + CO ₃ '	Na'+K'	Mg''	Ca''	Сумма ионов, мг/л	pH	Жесткость общая, мг/экв	Общее Fe	Индекс химического состава
"	53	1971	17	288	366	159	18	83	931	—	5,6	—	SC _I ^{Na}
	49,2		4	48	48	55	12	33					
"	54	1971	9	245	403	126	21	95	899	7,9	6,4	—	C _{II} ^{Na}
	17,0		2	43	55	46	14	40					
"	1	1969	20	28	268	21	18	64	419	7,2	4,7	—	C _{II} ^{Ca}
	22		10	10	80	16	27	57					
"	10	1970	14	1	162	16	15	25	233	7,1	2,4	—	C _I ^{Ca}
	29		13	—	87	22	39	39					
"	8	1970	25	49	88	16	4	42	224	6,5	2,4	—	C _{IIIa} ^{Ca}
	28		23	32	45	22	10	68					
"	36	1968	36	6	146	7	10	48	253	7,2	3,2	—	C _{IIIa} ^{Ca}
	36		29	3	68	9	23	68					
"	8	1970	6	7	330	51	10	55	459	6,6	3,5	—	C _I ^{Ca}
	60,0		4	2	94	39	14	47					

Наименование шахтного поля	№ скважин (числитель), глубина отбора пробы, м (знаменатель)	Дата производства анализа	Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ ' + CO ₃ "	Na' + K'	Mg"	Ca"	Сумма ионов, мг/л	pH	Жесткость общая, мг/экв	Общее Fe	Индекс химического состава
"	$\frac{9}{49,8}$	1970	6	7	421	57	17	67	575	6,8	4,7	—	C _I ^{Ca}
"	$\frac{11}{17,8}$	1970	6	5	171	21	9	31	243	6,4	2,2	—	C _I ^{Ca}
Подземные воды триасовых отложений													
Б-7	$\frac{71}{150,2}$	1970	8	6	470	113	23	24	644	7,8	3,1	—	C _I ^{Na}
Б-4	$\frac{74}{150,3}$	1970	3	18	372	51	22	52	518	7,6	4,4	—	C _I ^{Ca}
Б-6	$\frac{75}{150,0}$	1970	2	50	326	28	24	65	495	8,0	5,2	0,2	C _I ^{Ca}
Б-15	$\frac{77}{150,2}$	1971	6	55	416	48	28	74	627	7,6	6,0	0,4	C _I ^{Ca}
Б-15	$\frac{78}{150,2}$	1971	5	2	439	53	26	59	584	8,0	5,0	—	C _I ^{Ca}
			1	—	99	32	28	40					

Наименование шахтного поля	№ скважин (числитель), глубина отбора пробы, м (знаменатель)	Дата производства анализа	Cl'	SO ^{''} ₄	HCO ['] ₃ +CO ³ ₃	Na'+K'	Mg''	Ca''	Сумма ионов, мг/л	pH	Жесткость общая, мг/экв	Общее Fe	Индекс химического состава
Б-3	80	1971	4	41	259	12	19	61	396	7,2	4,6	0,2	C _{II} ^{Ca}
	150,0		2	16	82	10	31	59					
Б-9	81	1971	0	10	360	25	27	56	478	7,2	5,0	—	C _I ^{Ca}
	137,4		—	3	97	18	36	46					
Подземные воды палеогеновых отложений													
Б-7	7	1971	23	60	204	14	21	56	378	7,1	4,5	—	C _{II} ^{Ca}
	14,7		12	24	64	12	33	55					
Б-6	75	1971	3	175	192	64	3	77	514	6,6	4,0	0,2	S _{II} ^{Ca}
	15,0		1	53	46	41	3	56					
Б-8	76	1971	2	8	293	5	27	54	389	7,3	4,9	—	C _I ^{Ca}
	18,95		2	4	94	4	43	53					
Б-15	77	1971	8	45	440	51	29	75	648	8,2	6,1	0,2	C _I ^{Ca}
	15,50		2	11	87	26	29	45					
Б-8	79	1971	0	2	238	5	15	50	310	8,0	3,7	—	C _I ^{Ca}
	19,00		—	—	100	5	31	64					
Б-9	81	1971	0	8	241	9	12	56	326	6,6	3,8	0,2	C _I ^{Ca}
	17,20		—	5	95	9	24	67					

натные, относительное содержание которых достигает 97 мг/экв% (пределы содержания 45—97 мг/экв%). Относительные содержания сульфат- и хлор-ионов обычно равнозначны, но чаще несколько преобладают сульфатные ионы.

По сравнению с водами палеозойских и палеогеновых пород воды триасовых отложений более минерализованные. Их минерализация колеблется в пределах 518—644 мг/л, редко снижаясь до 396 мг/л. В целом это также пресные воды гидрокарбонатного класса, группы кальция и редко натрия, в основном первого типа (рис. 19). Отношение $\frac{rCl'}{rNa'}$ в зависимости от степени минерализации колеблется в незначительных пределах: от 0,05 до 0,2 (рис. 20).

Относительное содержание гидрокарбонатных ионов достигает 97 мг/экв%. Вторым по преобладанию является сульфат-ион, относительное содержание которого

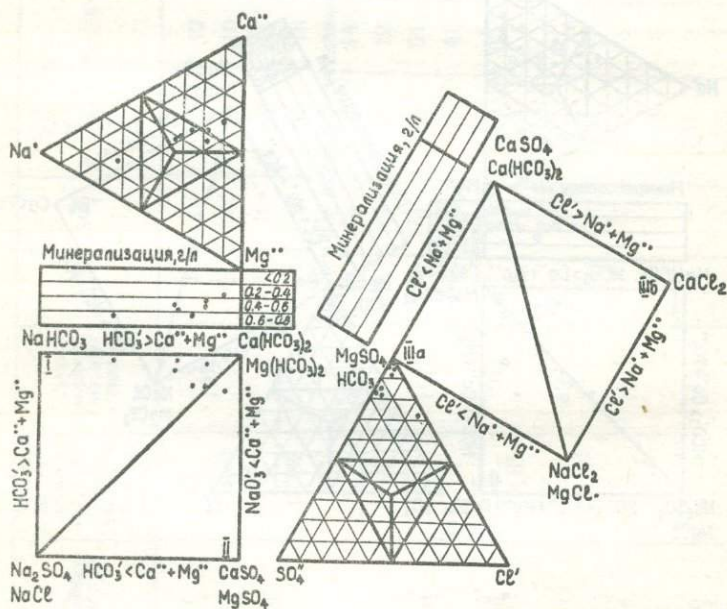


Рис. 19. График химического состава подземных вод триасово-юрских отложений

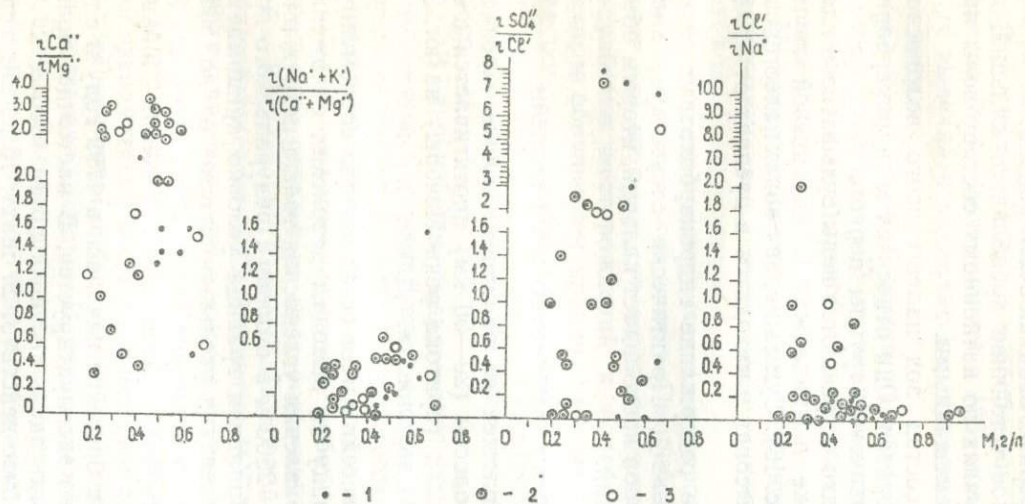


Рис. 20. Зависимость отношений $\frac{rCa^{2+}}{rMg^{2+}}$; $\frac{r(Na^+ + K^+)}{r(Ca^{2+} + Mg^{2+})}$; $\frac{rSO_4^{--}}{rCl^-}$; $\frac{rCl^-}{rNa^+}$ от общей минерализации подземных вод:

1 — триасово-юрских отложений; 2 — палеогеновых отложений; 3 — палеозойских пород

колеблется в пределах 1—16 мг/экв%. Характерно ничтожное содержание ионов хлора (0—8 мг/л), в весовом отношении практически тождественное содержанию его в атмосферных осадках этого района.

Среди катионов устойчиво преобладает кальций, хотя во многих случаях по катионному составу воды правильнее считать смешанными.

Химический состав вод палеогенового водоносного горизонта однообразен. Они относятся к гидрокарбонатному классу кальциевой группы первого типа, реже — второго типа. Редко встречаются воды сульфатного класса, которые также принадлежат к кальциевой группе второго типа (рис. 18). Сумма ионов в водах палеогенового горизонта невысокая и находится в пределах от 310 до 648 мг/л.

Относительное содержание гидрокарбонатных ионов достигает 99 мг/экв%. Практически отсутствует хлорид. Среди катионов преобладает кальций, вторым обычно является магний.

КИЗЕЛОВСКИЙ КАМЕННОУГОЛЬНЫЙ БАССЕЙН

Бассейн расположен на западном склоне Среднего Урала и узкой полосой (20—50 км) протягивается с севера от реки Клыча (притока реки Печоры) на юг, до широты города Свердловска. Длина по простиранию около 650 км.

На востоке бассейн имеет естественную современную эрозионную границу по выходам девонских отложений. В западном направлении угленосная толща погружается на глубину 2000—2500 м в сторону Предуральяского краевого прогиба. Западная граница условно принимается по изоглубине залегания угольных пластов около 1500 м от поверхности. Это примерно совпадает с границей перекрывающих карбон артинских отложений нижней перми.

Добыча угля в бассейне началась в 1799 году и с тех пор он интенсивно эксплуатируется. В настоящее время глубина разработки здесь достигла почти 1000 м.

В бассейне сейчас действует 27 шахт, 16 из них в связи с отработкой запасов до 1980 года предполагается закрыть, остальные 11 будут работать примерно до 2000 года.

Изучение гидрогеологических условий бассейна началось в 30-е годы. Тогда всесторонне исследовались месторождения и осуществлялось шахтное строительство.

В результате анализа и обобщения фактического материала М. С. Кельманский в 1938 году, а затем в 1941 году выделил в пределах карстующихся толщ бассейна две зоны:

а) зона активного карста, расположенная выше абсолютной отметки — 100 м, включающая подзоны вертикальной, горизонтальной и сифонной циркуляции карстовых вод;

б) зона пассивного карста, находящаяся ниже и характеризующаяся отсутствием циркуляции подземных вод.

М. С. Кельманский тщательно проанализировал динамику водопритоков в горные выработки и дал обоснование для возможности перехода от панельной системы разработки месторождений к более рациональной — с полным обрушением кровли. Ему же принадлежит первая попытка определения прогнозных водопритоков в горные выработки по методу гидрогеологических аналогий и первая классификация шахт бассейна по обводненности.

В дальнейшем гидрогеологические исследования выполнялись геологоразведочными партиями треста Кизелуглегеология, затем гидрогеологами Пермского геологоразведочного треста, а впоследствии в процессе детальных геологоразведочных работ и доразведок на территории отдельных месторождений и шахтных полей — Кизеловской геологоразведочной партией треста Уралшахтогеология Главгеологии МУП СССР. В 1964—1967 годах гидрогеологическая группа Пермского геологоразведочного треста обобщила материалы, касающиеся гидрогеологических и инженерно-геологических условий эксплуатации шахт Кизеловского бассейна.

Сейчас режим подземных и поверхностных вод известен достаточно хорошо. Изучены также условия местного водоснабжения, разработаны мероприятия по борьбе с подземными водами при поступлении их в горные выработки, на осваиваемых месторождениях и новых горизонтах действующих шахт прогнозируются ожидаемые водопритоки, что важно для дальнейшего развития горных работ. Детально изучен характерный Кизеловский

карст, исследовано его влияние на обводненность горных выработок и на условия разработки.

Кизеловский бассейн находится в предгорной увалистой полосе западного склона Урала, занимающей в системе левобережных притоков реки Камы и верховьев реки Печоры территорию между Уральским хребтом и Приуральской равниной.

Меридионально вытянутые увалы прорезаны широкими долинами рек Вишеры, Яйвы, Косьвы, Усьвы, Вильвы, Чусовой и их многочисленными притоками.

Преобладающие абсолютные отметки рельефа бассейна — 350—500 м, отметки уровня главных рек — 140—180 м. Относительные превышения водоразделов над долинами главнейших рек около 200 м, иногда 350 м. Наиболее высокие отметки рельефа (до 700 м) наблюдаются в восточной части.

Основные реки бассейна имеют сравнительно узкие (0,5—2,0 км) долины с крутыми и часто обрывистыми скалистыми бортами. Скорость течения изменяется от долей метра до 3 м/с. Спокойные плесы на участках развития известняков чередуются с быстрыми перекатами в местах выходов устойчивых к размыванию песчаников угленосной толщи и среднего девона, валуны которых нередко загромаждают русла рек.

Водный режим рек имеет горный характер и подвержен значительным изменениям. В летнее меженное время реки Косьва, Усьва, Вильва имеют расход до 10—20 м³/с, а в периоды разлива увеличивают его до нескольких сот кубометров в секунду. Все реки бассейна несудоходны.

В рельефе бассейна отчетливо проявляются процессы интенсивного карстообразования в виде воронок, котловин, суходолов, правильных уступов, карстовых пещер. Наиболее типичные карстовые воронки имеют различную форму до 50 м в диаметре и 25 м глубины. В среднем на 1 км² площади приходится до 20 воронок (иногда до 50—80), линейно расположенных по простиранию пород. В бассейне зарегистрировано до 17 карстовых пещер.

Климат Кизеловского бассейна резко континентальный. Лето короткое (2—3 месяца), зима длинная (5 месяцев), осенний и весенний периоды продолжительны. Среднегодовое количество осадков достигает 740 мм. Среднегодовая температура — 0,4°С, относительная влаж-

ность 74—84%. Климатические условия благоприятны для питания подземных вод. Около одной трети годовых осадков поглощается недрами, остальная идет на поверхностный сток и в небольшой мере на испарение, которое, благодаря довольно низкой температуре воздуха и наличию густой таежной растительности, затруднено.

В геологическом строении бассейна принимают участие осадочные палеозойские породы и покрывающие их четвертичные аллювиальные и элювиально-делювиальные отложения. Стратиграфический разрез палеозоя охватывает промежуток времени от нижнего девона до нижней перми включительно. Сравнительно небольшая по мощности (185 м) угленосная толща нижнего карбона залегает в огромной 3000—4000-метровой осадочной серии среднего и верхнего палеозоя.

Девонские отложения представлены всеми тремя отделами и на территории бассейна распространены сравнительно широко. Они обнажаются среди отложений карбона в ядрах крупных антиклиналей. Основные их выходы располагаются к востоку от основной части бассейна.

Каменноугольные отложения простираются в виде широкой полосы, ограниченной с востока сплошным наличием девонских, а с запада — пермских отложений. Нижний отдел отложений представлен турнейским ярусом. Это плотные, иногда окремненные известняки, реже глинистые сланцы, глины, кварцевые песчаники и другие карбонатно-терригенные отложения.

Нижний визе составляют угленосный и тульский горизонты. Угленосный горизонт представлен песчаниками, алевролитами, аргиллитами и каменными углями и подразделяется на семь свит. Четыре из них являются углесодержащими и три промежуточными или безугольными.

Углесодержащие свиты сложены главным образом породами глинистого состава — алевролитами и аргиллитами, содержащими пласты каменного угля. Общее количество угольных пластов и пропластков в угленосном горизонте достигает 29. Из этого количества четыре пласта являются основными промышленными и в настоящее время разрабатываются шахтами. Мощность угленосного горизонта колеблется от 70 до 230 м, составляя в среднем 130 м.

Средневизейские отложения сложены толщей доломитов, доломитизированных известняков, а также известняков, битуминозных в основании и верхней части толщи.

Верхневизейские отложения представлены преимущественно массивными и толстослоистыми известняками. Средний отдел каменноугольных отложений образуют отложения башкирского и московского ярусов, представленные известняками и переслаивающимися песчано-глинистыми и карбонатными породами.

К верхнекаменноугольным отложениям относится толща карбонатных пород.

Нижнепермские отложения представлены сакмарским и артинским ярусами, сложенными известняками, известняковистыми песчаниками, песчано-глинистыми породами и конгломератами, четвертичные отложения — делювиально-аллювиальными и аллювиальными отложениями.

Тектоника Кизеловского бассейна весьма сложная. В период герцинского тектогенеза комплекс осадочных средне- и верхнепалеозойских пород был смят в крупные асимметричные складки, имеющие простирание, близкое к меридиональному. Однако от широты реки Косьвы начинается постепенное отклонение простирания осей складок к востоку.

Крупные структуры осложнены дополнительной складчатостью и множеством нарушений различной амплитуды и формы.

В северо-западной части района расположена крупная Всеволодо-Вильвенская антиклиналь, прослеживающаяся по простиранию в виде меридиональной полосы на 35 км. Западное крыло имеет падение 60—30°, восточное — 30—10°.

В центральной части района основные элементы западной структурной зоны разделены Центральной антиклиналью, а в южной части — Гореловской антиклиналью.

Восточнее этих структур с севера на юг простираются Коспашско-Полуденная, Шумихинская, Бруснянская и Гремячинская синклинали, к западу — Главная Кизеловская антиклиналь, Косьвинская и Усьвинская синклинали.

Западное крыло Центральной антиклинали в районе ее сопряжения с Главной антиклиналью нарушено зоной

Луньевского надвига, а ядро Усьво-Басковской антиклинали на всем простирании — зоной Басковского надвига.

Характерная особенность района — широкое развитие закарстованных карбонатных пород, выходы которых на дневную поверхность занимают около 75% всей площади. Карст здесь распространен в отложениях живетского и франского ярусов девона, турнейского и визейского ярусов нижнего карбона и карбонатных породах перми. Проявления карста на поверхности представлены воронками, котловинами, сухими и слепыми долинами, подземные формы карста — пещерами, полостями, понорами и кавернами. Крупные карстовые полости диаметром от 3 до 5 м зафиксированы многими буровыми скважинами на значительной глубине — до 150 м ниже местного базиса эрозии.

Мелкие карстовые полости (поры и каверны до 0,5 м в поперечнике) в доломитах и доломитизированных известняках обнаруживаются на глубинах до 1200—1500 м.

В пределах бассейна выделяется три зоны известняков. Первая — сухие карстовые известняки, залегающие выше уровня современного базиса эрозии, по которым вода циркулирует только в период выпадения атмосферных осадков. Вторая зона — водоносные закарстованные известняки, залегающие ниже уровня современного базиса эрозии и являющиеся основной опасностью при разработке пластов каменного угля. Незакарстованные известняки, представляющие собой плотные горные породы, составляют третью зону.

Отличительная особенность бассейна — климатические условия. Они характеризуются наибольшим на Урале количеством выпадающих атмосферных осадков (до 740 мм в год). Высокая влажность исключительно благоприятствует интенсивному питанию подземных вод.

Разнообразие и сложность геологических, тектонических и геоморфологических условий бассейна обуславливают и специфику его гидрогеологических условий.

Водоносный комплекс отложений верхнего девона и турнейского яруса нижнего карбона образуют прослои и пачки переменной мощности трещиноватых известняков, доломитов и песчаников, перемежающихся с водоупорными слоями аргиллитов, алевролитов, глинистых известняков, невыдержанных по площади. Карбонатные породы в большинстве случаев характеризуются значительной

битуминозностью, глинистостью и окременностью. Карстовые процессы развиты слабо и отмечаются лишь на тех участках, где распространены сравнительно химически чистые известняки при значительной их трещиноватости.

Режим подземных вод комплекса — напорный. Величина напора достигает 50 и более метров. Пьезометрические уровни на водоразделах устанавливаются на глубине 30—50 м, а в долинах рек — 10—20 м над земной поверхностью.

Водоносность отложений крайне неравномерна. Удельные дебиты скважин, пройденных в турнейских известняках, изменяются в пределах от 0,05 до 1,04 л/с, в верхнедевонских отложениях — до 1—4,3 л/с. Однако чаще для тех и других они не превышают 0,55 л/с.

Разгрузка подземных вод рассматриваемого водоносного комплекса осуществляется в виде родников, наибольшее количество которых располагается на восточном крыле Главной Кизеловской антиклинали. Расходы их изменяются от 0,04 до 39 л/с. Кроме того, водами этих отложений питаются речки Гремячая, Столбовка, Никитинка, Утка и многие другие.

Источником питания водоносного комплекса являются атмосферные осадки и поверхностные воды, фильтрующиеся на закарстованных участках.

Водоносный горизонт отложений угленосной толщи визейского яруса включает в себя несколько водоносных подгоризонтов, приуроченных к слоям трещиноватых кварцевых песчаников, которые расположены между доупорными глинистыми отложениями. Вследствие линзообразного залегания этих отложений подгоризонты гидравлически взаимосвязаны, имеют единый статический уровень.

В целом водоносность отложений угленосной толщи относительно небольшая: удельные дебиты скважин колеблются в пределах 0,1—0,4 л/с, но в зонах тектонических нарушений, а также в приосевых частях антиклиналей, эти дебиты резко возрастают (до 0,7—1,5 л/с — поле шахты № 33 «Капитальная», имени 40-летия ВЛКСМ, «Восточная»). Коэффициенты фильтрации пород изменяются в пределах 0,45—2 м/сут.

Наибольшей водоносностью отличаются кварцевые песчаники III, V и VII свит — промежуточных зон, рас-

положенных выше и ниже основных угольных пластов.

На значительной глубине пачки песчаников зачастую подвержены расцементации и в пачках образуются линзы пльвунов, создающих при пересечении их горными выработками значительные притоки с выносом горной массы до 200—300 м³ (шахта «Нагорная»). Образование пльвунов приурочено к местам наибольшей циркуляции вод. Подобные явления наблюдаются в районе шахтных полей.

Водоносный горизонт карбонатных отложений визейского яруса приурочен к мощной толще известняков, доломитизированных известняков и доломитов. Воды напорные, трещинно-карстового типа. Глубина залегания статического уровня изменяется в пределах от 110 до 360 м.

Карбонатные породы толщи характеризуются резко неравномерной, но обычно высокой водоносностью, зависящей от степени закарстованности и трещиноватости пород. В разрезе карбонатного массива отмечается явление интенсивного карстования. Линейный коэффициент закарстованности составляет 6—14% и равняется в среднем по району 8%. При этом особенно интенсивно развиты карстовые явления в верхнем подъярусе. Наиболее сильная закарстованность прослеживается до глубины 150 м. Глубже она постепенно уменьшается, однако отдельные карстовые полости встречаются и на глубине до 1000 м.

Распределение закарстованности в плане крайне неравномерно. Удельные дебиты скважин, пройденных в этих отложениях, колеблются в широких пределах — от 0,02—2 л/с до 5—13 л/с, коэффициенты фильтрации пород — от 0,004 м/сут до 8,035 м/сут.

Исключительно высокой водоносностью характеризуется горизонт в северной части западного крыла Главной Кизеловской антиклинали, где в зоне Луньевского надвига породы сильно нарушены позднейшими подвижками. Здесь расположены наиболее обводненные шахты бассейна, притоки воды в которые достигают 1500—2000 м³/ч, а иногда и больше (шахта № 6 «Капитальная», имени Ленина, 2-я «Капитальная» и др.).

Южнее водоносность горизонта заметно уменьшается. Такое явление вероятно связано со значительно меньшей тектонической нарушенностью пород. Например, средне-

многолетний приток по шахте имени Крупской составляет 288 м³/ч, а по шахте «Нагорной», расположенной еще южнее, — 137 м³/ч.

Характерными для Кизеловского бассейна являются водоносные зоны, распространенные в ядрах преимущественно небольших синклинальных структур. Обводненные карбонатные отложения визейского яруса в пределах этих структур занимают в рельефе местности, по сравнению с окаймляющей их угленосной толщей, пониженное гипсометрическое положение и вмещают обычно продольные речные долины.

Наибольшая водопроницаемость пород в данных зонах наблюдается вблизи участков разгрузки. Разгрузка в виде родников с расходом до 50—100 л/с происходит в Бруснянской, Шумихинской, Гремячинской, Косоречинской синклинальных структурах. В долине реки Гремячей, на поле шахты № 76/75, ранее существовал родник «Грифон», расход его достигал 296 л/с.

Кроме того, дренирующим базисом подземных вод водоносного горизонта визейской карбонатной толщи являются в настоящее время горные выработки шахт. Используемая в Кизеловском бассейне система разработки угля с полным обрушением кровли обуславливает интенсивное поступление карстовых вод в горные выработки. Через трещины обрушения дренируется весь водоносный горизонт. При непрерывной откачке шахтных вод статические запасы карстовых вод над горными выработками уменьшаются, уровень их с образованием вокруг шахт депрессивных воронок понижается. Размеры воронок с течением времени увеличиваются, и в эти зоны проникают лишь возникающие периодически динамические водопритoki. Их величина и режим зависят от величины и режима выпадающих атмосферных осадков.

Водоносный комплекс карбонатных отложений нижней перми — верхнего и среднего карбона — объединяет карбонатные толщи от верхнемосковской и до нижнепермской включительно. Глинисто-карбонатная толща нижнемосковского подъяруса (каширский и верейский горизонты) является региональным нижним водоупором рассматриваемого горизонта.

Водовмещающими породами можно назвать известняки, доломиты и доломитизированные известняки, характеризующиеся значительной закарстованностью.

Так, линейный коэффициент закарстованности достигает вблизи поверхности 4,7—5,3%, с глубиной этот коэффициент уменьшается до 0,78—1,3% (поле шахты имени Ленина, № 2 и 6 «Капитальная»).

Локализация интенсивной трещиноватости, закарстованности, а следовательно, и большей водоносности связана с зонами тектонических нарушений, сводами антиклинальных структур, участками контактов литологически разнородных пород. Удельные дебиты скважин, пройденных в этих местах, изменялись от 0,01 до 3,5 л/с (поле шахты имени Ленина, № 2 и 6 «Капитальная», «Владимирская»). Мощность зоны активной циркуляции подземных вод в среднекарбонном — нижнепермском — комплексе достигает 500—600 м.

Расходы источников на площади распространения карбонатных пород нижней перми и верхнего карбона колеблются от тысячных долей л/с до 3,5 м³/с.

Рассматриваемый водоносный комплекс имеет единое зеркало подземных вод. Глубина залегания статического уровня изменяется в пределах от 4 до 129 м. На водоразделах и склонах уровень свободный, а в долинах он обычно приобретает напор до 10—20 м.

Нередко уровни подземных вод в депрессиях отрываются от уровня рек, что ведет к частичному или полному поглощению местного поверхностного стока. Одна из таких депрессий протягивается по западному крылу Главной Кизеловской антиклинали от реки Косьвы до реки Усьвы вдоль суходолов рек Берестянки, Калинки и безымянного притока речки Синюхи.

Имеющийся фактический материал свидетельствует о том, что в среднекарбонной-нижнепермской карбонатной толще воды распределяются крайне неравномерно.

Основные ресурсы подземных вод сосредоточены в наиболее трещиноватых и закарстованных зонах. Распределение этих зон в плане линейно-прерывистое. Оно обусловлено новейшей неравномерно-глыбовой тектоникой района. Водоносные зоны, согласно простирацию складчатых структур, ориентированы меридионально. Разгрузка их осуществляется в депрессиях, врезанных наиболее глубоко.

Крупные водоносные зоны отмечаются по западному крылу Главной Кизеловской антиклинали вдоль суходо-

Таблица 25

Химический состав подземных вод Кизеловского каменноугольного бассейна

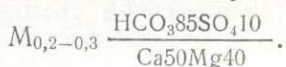
№ скважины (числитель), глубина от- бора проб, м (знаменатель)	Дата отбора, год	Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ ' + CO ₃ "	Na' + K·	Mg ^{..}	Ca ^{..}	Сумма ионов, мг/л	pH	Жесткость общая, мг/экв	Индекс химичес- кого состава
2375	1970	8	9	203	8	18	36	282	7,2	3,4	C _{II} ^{Ca}
323		6	5	89	10	42	48				
2375	1970	12	21	152	7	14	36	242	7,4	3,0	C _{III} ^{Ca}
616		11	13	76	9	36	55				
3715	1970	13	37	134	23	9	32	248	6,8	2,4	C _{II} ^{Ca}
312		11	23	66	30	22	48				
3715	1970	12	24	140	1	10	46	233	7,4	3,1	C _{IIIa} ^{Ca}
400		11	16	73	1	26	73				
2374	1970	10	28	195	9	18	44	304	7,4	3,7	C _{II} ^{Ca}
170		7	15	78	10	37	53				

лов рек Оपालенной, Вишир, Сухой Кизел, Сухая Абля, вдоль Луньевско-Басковского надвига, в осевой части Косьвинской синклинали, на правобережье реки Косьвы, в долине реки Губашки.

Питание водоносного комплекса, о котором идет речь, осуществляется в основном за счет инфильтрации атмосферных осадков и частично — за счет поглощения поверхностных водотоков.

Воды **четвертичных отложений** приурочены большей частью к аллювиальным и элювиально-делювиальным образованиям. Водоносность их невелика. В обводнении горных выработок эти воды роли не играют.

По химическому составу подземные воды Кизеловского бассейна гидрокарбонатные кальциевые преимущественно второго типа. Минерализация 0,2—0,3 г/л, реакция среды — нейтральная (табл. 25). Типичный состав подземных вод бассейна можно выразить формулой



РАЗДЕЛ II

ШАХТНАЯ ГИДРОХИМИЯ

Длительный период эксплуатации угольных месторождений Урала позволил накопить довольно обширный материал, касающийся гидрогеологических и гидрохимических условий их разработки. Результаты стационарных наблюдений за притоками воды в шахты и данные подземной гидрогеологической съемки свидетельствуют о том, что общие гидрогеологические условия разработки угольных месторождений Урала особых осложнений в процессе эксплуатации не вызывают. Наблюдающееся иногда повышение притоков воды в шахты на 25—50% является следствием вскрытия статических запасов, поступления воды из верхних водоносных горизонтов при проходке сквозных выработок, а также проникновения атмосферных вод через различные открытые выработки.

Рассмотрим кратко составные элементы притока воды в шахты, причины, обуславливающие изменение его интенсивности, и условия формирования химического состава шахтных вод.

Приток за счет динамических и статических запасов. Притоки воды в шахты в период разработки месторождений характеризуются непостоянством. Суммарные запасы подземных вод слагаются из статических и динамических запасов. Часто в горные выработки попадают дождевые или талые воды.

Статические запасы срабатываются по мере проходки выработок. При этом замечено, что отдача воды накопившихся статических запасов проходит неодинаково интенсивно и зависит от степени водопроницаемости пород. Когда горные выработки пересекают слабопроницаемые породы, наблюдается равномерный приток, и количественную его сторону можно определить лишь при ус-

Среднегодовые притоки воды по шахтам
Челябинского бурогоугольного бассейна
(по выборочным данным)

Шахта, год ввода ее в эксплуатацию и год отработки	Фактические притоки воды, м ³ /ч (годы)						Прогнозные при- токи, м ³ /ч (годы)		
	1957	1960	1963	1966	1969	1972	1980	1990	2000
«Северная», 1933—1975	$\frac{136}{1,9}$	$\frac{146}{1,7}$	$\frac{148}{0,5}$	$\frac{148}{0,7}$	$\frac{180}{2,7}$	$\frac{175}{3,8}$	$\frac{198}{4,4}$	—	—
«Глубокая», 1939—1982	$\frac{73}{1,1}$	$\frac{100}{1,4}$	$\frac{90}{0,5}$	$\frac{120}{1,0}$	$\frac{125}{1,1}$	$\frac{122,9}{1,6}$	$\frac{141}{2,1}$	—	—
«Капитальная», 1942—2000	—	—	$\frac{112}{0,9}$	$\frac{82}{0,5}$	$\frac{90}{0,4}$	$\frac{95}{0,7}$	$\frac{115}{1,0}$	$\frac{115}{1,0}$	$\frac{115}{1,0}$
«Подозерная», 1953—1986	—	$\frac{64}{1,2}$	$\frac{42}{0,5}$	$\frac{47}{0,8}$	$\frac{60}{1,0}$	$\frac{127}{3,2}$	$\frac{150}{4,8}$	—	—
«Комсомольс- кая», 1952—2000	$\frac{200}{3,0}$	$\frac{175}{2,5}$	$\frac{112}{1,3}$	$\frac{293}{2,8}$	$\frac{275}{2,2}$	$\frac{276}{1,4}$	$\frac{303}{1,3}$	$\frac{303}{1,3}$	$\frac{303}{1,3}$
«Калачевская», 1952—1987	$\frac{83}{1,6}$	$\frac{121}{1,7}$	$\frac{90}{1,0}$	$\frac{95}{1,2}$	$\frac{76}{1,3}$	$\frac{117}{2,6}$	$\frac{102}{2,9}$	—	—
«Октябрьская», 1957—2000	—	$\frac{68}{1,2}$	$\frac{80}{0,9}$	$\frac{158}{1,8}$	$\frac{110}{1,4}$	$\frac{145}{2,7}$	$\frac{153}{3,1}$	$\frac{153}{2,9}$	$\frac{153}{2,7}$
«Коркинская», 1948—1990	—	$\frac{130}{1,0}$	$\frac{115}{0,9}$	$\frac{98}{1,2}$	$\frac{287}{3,0}$	$\frac{187}{1,2}$	$\frac{213}{1,6}$	$\frac{213}{1,0}$	—
«Восточная», 1962—1998	—	—	$\frac{150}{2,0}$	$\frac{115}{2,0}$	$\frac{137}{2,3}$	$\frac{154}{2,3}$	$\frac{180}{3,3}$	$\frac{183}{3,3}$	$\frac{185}{3,3}$
«Батуриная», 1963—1998	—	—	$\frac{96}{2,0}$	$\frac{70}{1,7}$	$\frac{38}{1,0}$	$\frac{88}{0,9}$	$\frac{91}{1,1}$	$\frac{93}{1,2}$	$\frac{93}{1,2}$
«Южная», 1951—1978	$\frac{91}{1,9}$	$\frac{150}{1,5}$	$\frac{151}{1,5}$	$\frac{155}{1,7}$	$\frac{150}{1,5}$	$\frac{90}{1,3}$	—	—	—
«Куллярская», 1956—1998	$\frac{38}{1,0}$	$\frac{38}{0,5}$	$\frac{38}{0,5}$	$\frac{45}{0,5}$	$\frac{81}{1,3}$	$\frac{63}{0,5}$	$\frac{54}{0,5}$	$\frac{54}{0,5}$	—
«Красносельс- кая», 1956—1993	$\frac{13}{0,2}$	$\frac{21}{0,3}$	$\frac{23}{0,3}$	$\frac{20}{0,3}$	$\frac{23}{0,5}$	—	$\frac{28}{0,5}$	$\frac{27}{0,5}$	—
«Центральная», 1933—2000	—	—	$\frac{140}{1,3}$	$\frac{146}{1,5}$	$\frac{159}{1,6}$	$\frac{170}{1,5}$	$\frac{180}{1,5}$	$\frac{183}{1,5}$	$\frac{189}{1,5}$

В знаменателе — коэффициент водообильности.

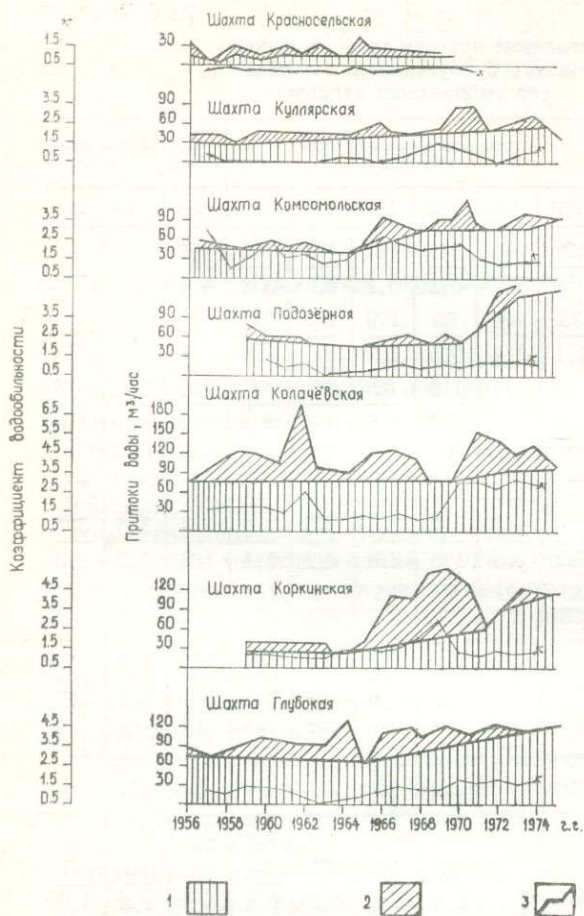


Рис. 21. Среднегодовые притоки в некоторые шахты Челябинского бу­роугольного бассейна, м³/ч: 1 — за счет динамических запасов подземных вод; 2 — за счет статических запасов подземных вод; 3 — суммарный, м³/ч

ловии длительной остановки проходки выработок, когда общий приток за счет отработки статических запасов будет уменьшаться.

При встрече горными выработками хорошо водопроницаемых пород, например, участков с интенсивной тектонической нарушенностью, наблюдается быстрое, благодаря притоку статических запасов, повышение расхода («пиковый расход») и быстрый его спад, после чего за счет динамических запасов устанавливается при-

ток, постоянный по величине. Так, по Буланашскому месторождению суммарный приток воды по шахтам Б-2/5 и Б-5 увеличился с 715 м³/ч (1947 г.) до 1038 м³/ч (1950 г.). Это результат резкого увеличения площади горных выработок. В дальнейшем притоки постепенно уменьшались и стабилизировались на уровне 628—592 м³/ч (1953—1954 гг.). По шахте Б-2/5, вследствие проходки основных подготовительных выработок, когда вскрывались новые статические запасы, приток воды возрос с 627 м³/ч (1960 г.) до 853 м³/ч (1963 г.). В дальнейшем он стал постепенно уменьшаться. Вместе с этим примерно в 1,5 раза уменьшился и коэффициент водообильности.

По данным гидрогеологической документации шахт Челябинского бассейна, отмечено, что максимальные притоки наблюдаются в период строительства шахтных сооружений и в начальный период их эксплуатации, когда горными работами вскрываются все запасы подземных вод. С течением времени общий приток в связи с истощением статических запасов, находящихся в сфере дренажа подготовительных выработок, постепенно снижается: по истечении 2—3 лет эксплуатации он составляет 50—60% от первоначальной величины (табл. 26).

Новое его повышение за счет статических запасов добавляется лишь при расширении фронта работ, когда шахты переходят на новые горизонты. В Коркинском районе по шахте № 29 «Капитальная» приток воды в период окончания строительства шахтного ствола и проходки основных подготовительных выработок составлял 90 м³/ч. В 1946 году, когда строительство шахты заканчивалось, приток, вследствие скачивания статических запасов, неуклонно уменьшался — до 40 м³/ч. В следующем году, уже во время эксплуатации шахты, он также снижался до тех пор, пока не началась проходка основных подготовительных выработок, вскрывших новые статические и динамические запасы (1948—1950 гг.). В дальнейшие годы колебание притока обуславливалось за счет проходки подготовительных выработок, новых горизонтов и встречи выработками обводненных трещиноватых участков.

В том же Челябинском бассейне, в Камышинском угленосном районе, при проходке основных подготовительных выработок, в период строительства шахты 44,

приток быстро возрос до 240 м³/ч и столь же быстро упал, когда проходка выработок была остановлена. При этом во время перехода шахт на более глубокие горизонты или во время проходки подготовительных выработок рельефно выделяется повышение расходов. В данном случае шахтами вскрываются новые статические и динамические запасы подземных вод. С течением времени этот приток в результате истощения статических запасов снижается. Сказанное относится и к другим шахтам Челябинского бассейна.

Представление о примерном количественном соотношении статических и динамических запасов могут дать графики притока воды. Динамическим запасам присуще постоянство расхода, поэтому они выделяются на графиках по точкам наблюдений, характеризующим наименьшие притоки подземных вод в течение годового или многолетнего цикла работы шахт (рис. 21).

В результате такого анализа отмечается особенность, характерная для динамических запасов: их величина для каждой шахты остается в течение всего периода ее работы сравнительно постоянной. Правда, по некоторым шахтам («Восточная» и «Октябрьская») отмечается постепенное повышение расхода за счет динамических запасов. Но объясняется это тем, что водоотдача пород в районе расположения данных шахт низкая. Угленосная толща здесь представлена глинистыми тонко- и мелкозернистыми песчаниками, аргиллитами и алевролитами, расцементированными в большинстве случаев до состояния пływучей массы. В результате возникла плохая водоотдача пород, что при проходке шахты обусловило неполный и замедленный дренаж динамических запасов подземных вод. Аналогичная картина наблюдалась и по другим шахтам бассейна (Сирман А. П., 1964 г.).

Притоки за счет статических запасов подземных вод создаются в пределах сферы влияния дренажа горных выработок, где породы способны отдать все свои водные запасы. На графиках они ограничены линиями максимальных и минимальных расходов воды за период работы шахты в течение года. Из графиков видно, что приток в шахты вследствие динамических запасов превышает приток за счет статических запасов. Но в течение строительства шахт и в первоначальный период их эксплуатации или при переходе шахт на новые горизон-

ты, а также в случае вскрытия подземными выработками более обводненных участков наблюдается преобладание притоков за счет статических запасов.

За годовой период (или многолетний) количество воды, поступавшей благодаря динамическим и статическим запасам (в том числе частично за счет инфлюации поверхностных вод по Челябинскому бассейну), определялось путем планиметрирования соответствующих площадей. Так по Копейскому и Козыревскому угленосным районам среднегодовой приток за счет динамических запасов составил по большинству шахт 350 тыс. кубометров, а за счет статических — 200 тыс. кубометров (или 36% от суммарной величины притока). По другим, более обводненным шахтам (4/6 и др.), приток за счет динамических запасов достигал 800 тыс. кубометров в год и за счет статических — 300 тыс. кубометров в год (или 27% от общего притока). Отсюда средний модуль эксплуатационных ресурсов (считая по количеству динамических запасов) триасово-юрского водоносного комплекса по Копейскому и Козыревскому угленосным районам определился равным 0,8 л/с км².

Увеличение притока в шахты за счет поверхностных вод. Выше отмечалось, что главными составными элементами притока воды в шахты являются динамические и статические запасы. Другим составным, но подчиненным элементом притоков следует считать поверхностные воды, поступающие в шахты путем инфлюации. В этом случае такие воды проникают сюда через воронки обрушения, заброшенные открытые выработки (главным образом шурфы) и в весенний период через трещины размораживания грунта. Эти притоки обычно небольшие и сравнительно редкие.

Приток поверхностных вод в шахты за счет инфильтрации затруднен вследствие значительной мощности водонепроницаемых покровных образований. Это подтверждается теми же приведенными графиками, на которых совмещены графики среднемесячных сумм осадков. Как видно, даже максимальное выпадение атмосферных осадков (в июле) на колебании притоков воды в шахтах почти не отражается.

Влияние скорости продвижения забоев горных выработок на увеличение притоков. Существенное влияние на соотношение составных частей притока оказывают

скорость продвижения забоев, объем и площадь основных горных выработок. Влияние скорости проходки горных выработок устанавливается при анализе графиков изменения величины притока воды в шахты в зависимости от скорости увеличения площади очистных пространств и длины подземных выработок.

В первые годы эксплуатации шахт отмечается резкое падение притока воды и коэффициента водообильности. Объясняется это тем, что после окончания строительства шахт проходка основных подготовительных выработок временно замедляется (или приостанавливается), в связи с чем границы развития зоны осушения стабилизируются и новые площади не вскрываются. При этом поступление статических запасов в зону осушения постепенно прекращается и притоки обуславливаются динамическими запасами.

В ходе дальнейшей эксплуатации шахт, если их гидрогеологические условия одинаковые, интенсивность притока зависит от того, какова скорость движения основных подготовительных выработок и площадь выработанного пространства. Отмечено, что в условиях слабопроницаемых пород интенсивность притока регулируется скоростью прироста площади горных выработок.

Увеличение водопритоков наблюдалось по Булашанскому месторождению, когда в период 1943—1965 годов здесь производилась нарезка новых шахтных полей и возросла общая длина горных выработок (с 8600 пог. м до 26 500 пог. м). Впоследствии, по мере приостановки движения выработок, притоки стали заметно снижаться. Общие водопритоки на 1 м² выработок уменьшились в 10 раз и составили 0,003 м³/ч. По Челябинскому бассейну средний приток воды на один метр длины подготовительных выработок колеблется от 0,005 до 0,055 м³/ч. При разработке месторождения этот приток также уменьшается в 8—10 раз.

Изменение притоков вследствие взаимного дренажа шахт. Взаимный дренаж был изучен на южной группе Камышинских шахт Челябинского бассейна. Здесь четыре шахты (44, 45, 46, 47) располагались вдоль южного берега Камышинского озера и в строй действующих вводились поочередно. Первую шахту (44) заложили в самой низкой точке ядра Камышинской мульды (рис. 3). По существу она первой приняла на себя основную часть

запасов подземных вод, находящихся в мульде. Уже в первые годы работы шахты приток воды в нее достиг рекордной по бассейну величины — 260—280 м³/ч. Такой приток наблюдался более полутора лет (1947—1948 гг.), а в конце 1948 года за счет дренажа шахтой № 45, которая тогда вступила в эксплуатацию, был снижен более чем на 100 м³/ч. Между тем, увеличения притока по этой шахте не отмечалось, так как вслед за ней началась добыча на шахте № 46, которая также приняла часть подземных вод, затронутых дренажем горными выработками шахт № 44 и 45. Общие притоки по шахтам № 45, 46, 47 в сравнении с шахтой № 44 были в 2—3 раза меньше, поскольку эти шахты расположены на крыле Камышинской мульды.

Прорыв воды в шахты по разведочным скважинам. После проходки поисковые на уголь скважины, как правило, заливаются под давлением густым глинистым раствором. В кровле и почве каждого угольного пласта рабочей мощности устанавливаются деревянные пробки. Кроме того, такие пробки устанавливаются в почве палеогеново-меловых отложений. Подобный тампонаж — вполне надежный и оправдавший себя метод изоляции горных выработок в угле от обводнения подземными водами через стволы скважин. Метод тампонажа скважин выбирается с учетом гидрогеологического строения участков.

Наличие в разделе водонепроницаемых слоев способствует плотному закупориванию ствола скважин. Поэтому прорыв воды в шахты по разведочным скважинам — явление сравнительно редкое. Вызывается оно следующими причинами:

— недоброкачественный тампонаж: заливка глинистого раствора без давления, применение жидкого глинистого раствора, неправильная установка пробок по интервалу скважин и др.

— отсутствие тампонажа (при поисковой разведке тампонаж скважин ранее не применялся).

Влияние трещинно-жильных вод зон тектонических нарушений на приток воды в горные выработки. Зоны тектонических нарушений триасово-юрских отложений не отличаются большой водоносностью. Это связано с тем, что среди продуктивного комплекса пород находится много глинистых пород, способных «залечивать» трещины.

Поэтому в практике горных работ не отмечались катастрофические прорывы трещинно-жильных вод.

Наблюдения по шахтам показывают, что в одних случаях при пересечении горными выработками тектонических нарушений приток воды увеличивается на 20—50 м³/ч. С течением времени (15—20 дней) он уменьшается до первоначального.

Аварийные случаи прорыва воды в шахты. В течение эксплуатации месторождений угля такие случаи отмечались довольно редко. Обстоятельства, при которых они имели место, следующие:

а) Скопление вод в крутопадающих лавах в отработанных выработках вышерасположенных горизонтов. В качестве примера можно назвать шахту 18-бис, которая являлась одной из старых в Челябинском бассейне. Притоки в ее горные выработки по своей интенсивности ничем не отличались от притоков других шахт бассейна. В течение более чем 20 лет существования шахты аварийных прорывов подземных или поверхностных вод не отмечалось. Как исключение, за счет вскрытия статических запасов подземных вод из зон тектонических нарушений или трещиноватых участков, иногда наблюдалось небольшое увеличение притока. Однако, начиная с 1960 года, когда горные работы на горизонте 130 м подошли к северной части шахтного поля, на протяжении трех лет по лавам 21 и 32 отмечались периодические прорывы подземных вод. По своей интенсивности эти прорывы чаще всего достигали 8—12 и реже 18 м³/ч. Но при крутопадающих лавах (40—50°) такие внезапные прорывы создавали быстрые потоки, которые выносили с собой породу, уголь, нарушая тем самым устойчивость лавы и нормальную работу шахты.

Основной причиной прорывов вод явилось накопление подземных вод в отработанных пространствах 70-го горизонта, куда подходили действующие выработки 130 горизонта. Как показали результаты гидрогеологического обследования, основным источником накопления вод в отработанных пространствах 70-го горизонта оказался опоковый горизонт, который залегает на продуктивных отложениях. Прорывы вод в лавы удалось прекратить дренированием опокового горизонта с поверхности и бурением передовых скважин для постепенного спуска вод из отработанных выработок.

б) Вскрытие в крутопадающих лавах палеогеново-мелового водоносного горизонта.

Угленосные отложения покрываются обычно палеогеново-меловыми отложениями, содержащими довольно большие запасы подземных вод. В случае вскрытия подземными выработками этого горизонта воды катастрофически прорываются в шахты. Но поскольку горизонт водоносен, под ним почти всегда оставляют предохранительные целики. Остаются они и в тех случаях, когда палеогеново-меловой водоносный горизонт отсутствует и на угленосных отложениях залегают олигоценые пески. Эти мероприятия надежно предохраняют шахты от прорыва вышележащих подземных вод. Однако такие прорывы все-таки бывают. В 1958 году, например, на шахте «Куллярская» I-II (Челябинский бассейн) вода и песок прорвались в лавы 4 и 6. Причина прорыва — разведочная скважина (2416), пройденная ранее. В начале она песочила небольшой струйкой, а впоследствии вокруг нее образовалась большая воронка (с поверхности диаметром 18 м) и песок вместе с водой прорвался в забой лавы. Благодаря тому, что линза песка оказалась небольшой, прорыв удалось быстро ликвидировать.

На Булашанском месторождении, так же как и в Челябинском бассейне, обводненность шахт обусловлена в основном за счет опокового водоносного горизонта. Благодаря тому, что мезозойский водоносный комплекс здесь постоянно подпитывается водами этого горизонта и наличию в угленосных осадках локальных водоупоров, представленных аргиллитами, нередко наблюдаются внезапные прорывы подземных вод с первоначальным расходом до 300 м³/ч. Через некоторое время приток уменьшается. Опасность возникновения внезапных прорывов таких вод в шахты может быть очевидно и в будущем — в случаях нарушения в процессе горных работ целостности основной кровли угольных пластов, в тектонически нарушенных зонах, на контакте мезозойских образований с карбонатными породами. Наиболее сложные гидрогеологические условия предполагаются на восточном контакте продуктивных отложений с известняками нижнего карбона. Тут, наряду с опоками палеогена, которые очень обводнены, в значительной степени обводнены и карбонатные породы, надвинутые по плоскости разлома на продуктивные отложения триаса.

Водоносность самих триасовых отложений обычно незначительная и с глубиной уменьшается. Это подтверждается поинтервальными опытными откачками воды из скважин и результатами наблюдений за притоком по отдельным горизонтам горных выработок.

Среднегодовые притоки в шахты Челябинского бассейна, глубина которых составляет 200—300 м, колеблются от 13 (шахта «Красносельская», 1957 г.) до 293 м³/ч (шахта «Комсомольская»), а коэффициент водообильности — от 2,0 (шахта «Красносельская», 1937, 1961, 1962 гг.) до 3,9 (шахта «Северная», 1971 г.). Наибольший коэффициент водообильности, отмеченный на шахте «Калачевская» в 1953 году, не является характерным, так как он относится к первому году эксплуатации шахты (табл. 26). Среднегодовой приток по всем шахтам в 1972 г. составил 2105,0 м³/ч.

К наиболее водообильным шахтам бассейна сейчас относятся «Северная», «Коркинская», «Восточная» и объединенная шахта «Комсомольская», к наименее водообильным — «Куллярская» I-II и «Красносельская». В течение долголетнего периода эксплуатации бассейна отмечено, что пределы колебания притоков воды по каждой шахте не значительны. Исключение составляет шахта «Комсомольская». В 1966 году среднегодовой приток здесь увеличился вдвое: с 170 до 293 м³/ч (за счет подключения к шахте двух разрабатываемых участков шахты 47). Несколько (с 2,0 до 2,8 м³/тонну добычи) возрос коэффициент водообильности объединенной шахты.

Для прогнозирования притоков воды в существующие шахты с учетом их отработки на 2000 год авторы пользовались методом графической экстраполяции. При этом за основу брались сведения, касающиеся долголетних наблюдений за притоком воды в шахты, а также материалы выявленной гидродинамической зональности бассейна. Учитывались и гидрогеологические условия разрабатываемых в настоящее время шахтных полей. В целом по бассейну среднегодовые суммарные притоки в шахты к 2000 году за счет закрытия ряда шахт и частично перехода шахт на более глубокие горизонты, отличающиеся меньшей водопроницаемостью, будут уменьшаться. Общий водоприток в шахтные выработки бассейна к этому времени уменьшится почти в два раза: с 1900 м³/ч в 1974 году до 1036 м³/ч в 2000 году.

За многолетний период эксплуатации притоки воды по каждой шахте довольно стабильны. Повышение притоков обуславливается в основном в результате вскрытия статических запасов горными выработками. Но притоки по каждой шахте различаются между собой. Это позволяет классифицировать все шахты бассейна по степени обводненности, с учетом расчетных данных на перспективу их работы. Приток по шахтам колеблется от 13 м³/ч до 293 м³/ч, а с учетом прогнозирования — от 28 м³/ч до 303 м³/ч. В данном диапазоне мы подразделяем все шахты на три группы (табл. 27).

Таблица 27

Классификация шахт по степени обводненности на перспективу их отработки по Челябинскому бассейну

I группа	II группа	III группа
Шахты «Комсомольская» и «Коркинская»	Шахты «Центральная», «Подозерная», «Северная», «Глубокая», «Октябрьская», «Восточная».	Шахты «Капитальная», «Южная», «Батуриная», «Куллярская», «Красносельская»

Первая группа — умеренно обводненные шахты с притоком от 200 до 300 м³/ч и коэффициентом водообильности от 1,0 до 4,0; вторая — слабообводненные шахты, где притоки составляют 100—200 м³/ч и коэффициент водообильности от 0,5 до 3,0; третья — весьма слабообводненные шахты (притоки менее 100 м³/ч и коэффициент водообильности от 0,2 до 2,2).

Шахты первой группы находятся в центральной части бассейна, шахты второй — в основном в северной и центральной части, шахты третьей — преимущественно в южной части, за исключением шахты «Капитальная», которая расположена в Копейском угленосном районе.

Прогноз водообильности новых, подлежащих к закладке шахт, может быть охарактеризован по аналогии с водообильностью действующих. Обоснованием к этому является то, что гидрогеологические условия бассейна в течение многолетнего периода его эксплуатации изучены довольно подробно. Во время разведки шахтных полей, проходки стволовых скважин и разведки источников во-

доснабжения как в пределах угленосных отложений, так и на бортах Челябинского грабена проводились специальные гидрологические работы. Кроме того, гидрогеологические условия изучались в процессе проходки и эксплуатации шахт.

Результаты гидрогеологических исследований показывают, что водоносность нижнемезозойских отложений на всей площади их распространения в целом невысокая: максимально возможные дебиты скважин колеблются от 0,1 до 10 л/с и реже — от 10 до 20 л/с. Лишь иногда они достигают 30 л/с.

Шахты, строительство которых может быть начато в Челябинском бассейне, расположатся преимущественно близ западного борта грабена. Имеющийся геологический и гидрогеологический материал свидетельствует о том, что в литологии, структуре и гидрогеологических условиях большой разницы между средней частью бассейна и его западной окраиной не существует. Поэтому составлять прогноз водообильности будущих шахт можно, исходя из закономерностей средней полосы, на которой на всем протяжении бассейна (хотя и неравномерно) расположены действующие шахты. Наиболее водообильные из них находятся в северной части полосы. Нет оснований считать, что в западной полосе бассейна величина обводненности будущих шахт будет значительно отличаться от характера ее изменчивости в действующих шахтах. Исключение составят лишь шахты Сугоякского угленосного района, и особенно участок Сугоякский III, расположенный в южной части района. Особенность этого участка заключается в том, что он граничит с рекой Миасс, имеет повышенное содержание крупнообломочных отложений (песчаников и гравелитов) и общий наклон слоев от реки внутрь шахтного поля. Кроме того, здесь залегает палеогеново-меловой водоносный горизонт, характеризующийся повышенной водообильностью.

Гидрогеологические работы, проведенные на этом поле, показали, что между водоносным комплексом угленосной толщи и палеогеново-меловым водоносным горизонтом существует гидростатическая связь. Палеогеново-меловой водоносный горизонт в свою очередь связан с рекой Миасс и ею дренируется. При разработке угля река и данный горизонт могут стать основным источником обводненных шахт. Поэтому первым необходимым предохрани-

тельным условием при проходке горных выработок Сугоякского участка должно быть оставление целиков как под рекой, так и под горизонтом.

Если не считать этих особенностей, то обводненность горных выработок будущей шахты «Сугоякская-III» за счет собственно угленосных отложений можно приравнять к действующей шахте «Миасской» Козыревского угленосного района, приток воды по которой составляет $130 \text{ м}^3/\text{ч}$. Но вследствие того, что палеогеново-меловые отложения на площади Сугоякского участка отличаются более высокой водообильностью, чем на площади шахты «Миасской», ожидаемый приток в шахту «Сугоякская» может быть несколько выше (примерно на 25—30%), т. е. $160—170 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Другие поля этой северной части перспективной площади, такие как Сугояк I, Сугояк II, Сугояк IV, Сугояк V, будут, очевидно, иметь притоки в шахты такие же, как и в действующие шахты Козыревского угленосного района, примерно в пределах $120—140 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Необходимо учесть, что прогнозируемые ожидаемые притоки в будущие шахты правомерны для эксплуатации шахт до глубины $150—200 \text{ м}$ и средней длине выработок $1500—2000 \text{ м}$. Во время строительства шахт и в начальный период их эксплуатации притоки воды, как это показывает многолетняя практика выполнения работ, будут возрастать на 30—35% больше ожидаемых при разработке угля.

По химическому составу и общей минерализации шахтные воды угольных месторождений Урала, так же как и их подземные воды в естественном ненарушенном режиме, весьма разнообразны. Это разнообразие состава, как было показано с необходимой полнотой по каждому угольному месторождению, обусловлено сложностью физико-географических условий, геологическим строением и гидрогеологическими условиями.

Угольные месторождения, расположенные на Среднем Урале (Богословское, Волчанское, Буланашское и Кизеловский бассейн), находятся преимущественно в избыточно-увлажненной климатической зоне. Здесь отмечается повышенное выпадение атмосферных осадков и значительно углубленный эрозионный врез, обусловившие области разгрузки подземных вод за пределы месторождений. Это способствует хорошему водообмену и совер-

шенной промытости водовмещающих пород до значительной глубины на больших площадях. Кроме того, немаловажное влияние на формирование подземных вод оказывают пресные воды карбонатных пород, которые залегают вблизи угольных месторождений и отличаются значительными запасами. Как следствие этого, подземные воды угольных месторождений Среднего Урала являются в большинстве гидрокарбонатными кальциевыми и натриевыми. Минерализация их ниже 1 г/л (табл. 28).

В зоне недостаточного увлажнения Южного Урала довольно большое распространение имеют воды с более высокой минерализацией. А залегание подземных вод в спе-

Таблица 28

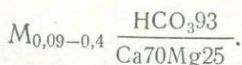
Типичный химический состав шахтных вод действующих месторождений Урала

Название месторождений	Название вод, минерализация, г/л	Характерный солевой состав	Жесткость общая, мг/экв
Челябинский буроугольный бассейн	Солоноватые, 1—13	$M_{1-13} \frac{Cl_{16}HCO_3 22SO_4 16}{(Na + K) 39Mg 31Ca 30} \times$ $\times pH_{7.5} Fe_{1.8}$	23
Серовский угленосный район (Богословское, Волчанское, Веселовское месторождения)	Пресные, 0,2—0,4	$M_{0.2-0.4} \frac{HCO_3 91}{Ca 48 (Na + K) 27Mg 25} \times$ $\times pH_{7.8} Fe_{0.8}$	4—18
Южно-Уральский буроугольный бассейн (Кумертаусский разрез)	Слабоминерализованные, 0,7—1,5	$M_{0.7+1.5} \frac{HCO_3 63Cl_{11}SO_4 18}{(Na + K) 48Ca 32Mg 20} \times$ $\times pH_6$	7—8
Буланаш-Елкинский угленосный район (Буланашское каменноугольное месторождение)	Пресные, 0,4—0,6	$M_{0.4-0.6} \frac{HCO_3 84SO_4 16}{Ca 46Mg 28 (Na + K) 26} \times$ $\times pH_8 Fe_{0.4}$	6
Кизеловский каменноугольный бассейн	Пресные, 0,4—1,5	$M_{0.4-1.5} \frac{SO_4 96}{(Na + K) 66Ca 25} pH_{2-4}$	4—8

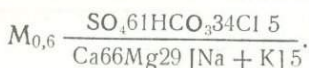
цифических геологических условиях, например, в Челябинском грабене, обусловило наличие весьма пестрых по составу вод: менее минерализованных в верхних толщах триасово-юрских отложений и более минерализованных — в нижних, имеющих застойный режим.

На большей площади Южно-Уральского бурогоугольного бассейна на небольшой глубине распространены в основном слабо минерализованные воды.

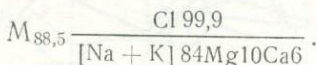
Для всех угольных месторождений Урала характерны общие закономерности формирования химического состава вод. В открытых структурах, в условиях интенсивного водообмена состав подземных вод Северного и Среднего Урала следующий:



По мере увеличения глубины минерализация постепенно повышается и сопровождается ростом содержания сульфатов. Воды приобретают смешанный сульфатно-гидрокарбонатный кальциево-магниевый состав типа:



В полузамкнутых структурах в условиях замедленной циркуляции подземные воды отличаются повышенной минерализацией, а местами в этих условиях наблюдаются рассолы. Для этих вод характерно присутствие сероводорода. Состав их обычно хлоридный натриевый. Такие воды вскрыты, например, в Кизеловском районе (шахта «Капитальная») на глубине 800 м. Состав их:



Следует заметить, что подземные воды, поступающие в горные выработки, увеличивают процессы окисления сульфидов железа, находящихся в угленосных породах и при этом порою резко изменяют свой химический состав. Одновременно возрастает и минерализация воды. Особенно характерно это для Кизеловского бассейна. Минерализация подземных вод, вскрываемых горными выработками, здесь увеличивается иногда в 1,5—2 раза за счет сернокислых и железистых соединений. Вода, благодаря появлению серной кислоты до 50—60 мг/л, часто приоб-

ретает кислую реакцию, рН-4. Содержание сульфатов достигает 1,5—2 г/л, железа — 1,5 г/л.

Ниже на примере Челябинского буроугольного бассейна рассмотрим более подробно химизм шахтных вод. По остальным бассейнам и месторождениям химическая характеристика этих вод приводится кратко.

ЧЕЛЯБИНСКИЙ БУРОУГОЛЬНЫЙ БАССЕЙН

Химический состав шахтных вод изучался с целью определения их пригодности для сельскохозяйственного орошения и обводнения. В связи с этим в 1974 г. были выполнены специальные работы, предусматривавшие изучение водопритоков и химического состава вод. Обследовались шахты, собирались соответствующие материалы, исследовались гидрогеологические условия эксплуатации бассейна. Полученные данные послужили основой для характеристики химического состава шахтных вод и прогнозирования его изменения при проходке горных выработок на будущее.

Отметим, что основным критерием для оценки пригодности вод в оросительных целях в сельском хозяйстве яв-

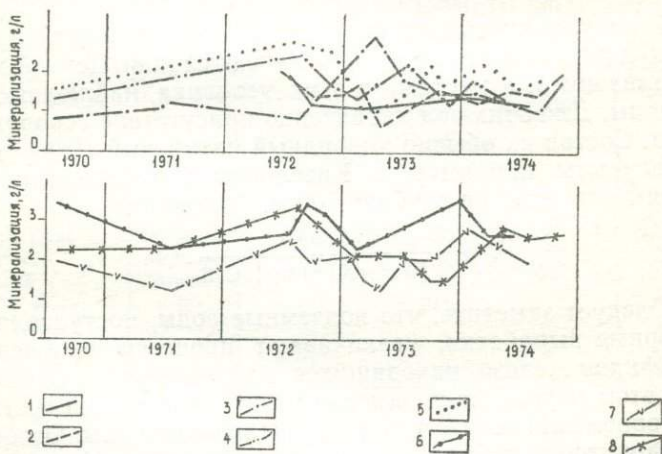


Рис. 22. Изменение общей минерализации шахтных вод за период 1970—1974 гг. по южной группе шахт Челябинского бассейна.

Шахты:

1 — Батуриная; 2 — Октябрьская; 3 — Калачевская; 4 — Восточная; 5 — Кул-
лярская; 6 — Северная; 7 — Красносельская; 8 — Коркинская

ляется их минерализация. Вода с общей минерализацией до 1 г/л для орошения благоприятна. Использование для орошения вод с более высокой минерализацией (свыше 1 г/л) ограничено и зависит прежде всего от гидрогеологических условий орошаемых участков и физико-механических свойств почв. Поэтому, чтобы получить ориентировочную оценку пригодности шахтных вод для орошения, норма допустимой минерализации которых различна, авторы классифицировали все шахтные воды бассейна по степени минерализации в отдельные группы: 1) 1—2 г/л; 2) 2—3 г/л; 3) 3—4 г/л; 4) 5—13 г/л (табл. 29, рис. 22, 23). В соответствии с этой классификацией составлены таблицы химического состава вод. В таблицах указывался химический индекс по классификации О. А. Алекина (табл. № 30, 31, 32, 33).

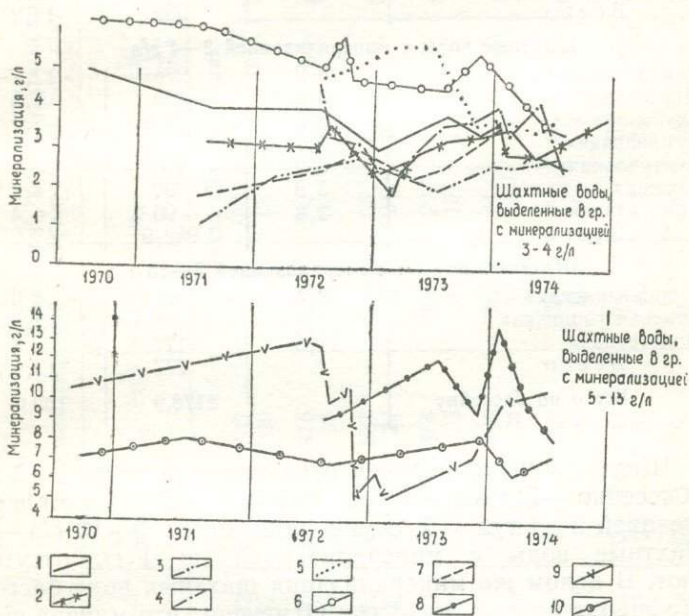


Рис. 23. Изменение общей минерализации шахтных вод за период 1970—1974 гг. по северной группе шахт Челябинского бассейна.
Шахты:

1 — Комсомольская; 2 — Чумлякская; 3 — Глубокая; 4 — Центральная; 5 — Южная; 6 — Капитальная; 7 — Миасская; 8 — Еманжелинская; 9 — Подозерная; 10 — «Красная горячка»

**Классификация шахт Челябинского бурогоугольного бассейна
по степени минерализации шахтных вод**

Наименование шахт	Минерализация, г/л	Притоки воды, м ³ /ч	% от общего притока по бассейну
Шахтные воды с минерализацией 1—2 г/л			
«Батуриная»	1,5	88	4,3
«Октябрьская»	1,7	145	6,6
«Калачевская»	1,4	117	5,8
«Восточная»	1,7	154	7,0
«Куллярская»	1,9	63	2,9
Всего		567	26,6
Шахтные воды с минерализацией 2—3 г/л			
«Северная»	2,6	175	7,8
«Красносельская»	2,4	20	0,8
«Коркинская»	2,9	187	8,6
Всего		382	17,2
Шахтные воды с минерализацией 3—4 г/л			
«Комсомольская»	3,2	276	12,7
«Миасская»	3,8	120	5,5
«Глубокая»	3,5	122,9	5,6
«Чумлякская»	3,7	79	3,6
«Центральная»	3,2	170	7,7
«Южная»	3,9	90	4,1
«Капитальная»	3,8	95	4,4
Всего		952,9	43,6
Шахтные воды с минерализацией 5—13 г/л			
«Еманжелинская»	8,4	95	4,3
«Красная горнячка»	7,0	55	2,5
«Подозерная»	11,5	127	5,8
Всего		277	12,6
Всего по бассейну		2178,9	100,0

Шахт с минерализацией откачиваемой воды 1—2 г/л в бассейне — 5, с минерализацией 2—3 г/л — 3, с минерализацией 3—4 г/л — 7, с минерализацией 5—13 г/л — 3. Шахтные воды с минерализацией до 1 г/л отсутствуют. В целом же минерализация шахтных вод в бассейне колеблется от 1 до 13 г/л. Отмечено, что минерализация и химический состав вод в первоначальный период колебались по каждой шахте в довольно значительных пределах, и стабилизация наступала только спустя несколько лет эксплуатации на одном горизонте. Но стабилизация химического состава вод и их минерализация

Химический состав шахтных вод
с преобладающей минерализацией 1—2 г/л (мг/л, мг/экв%)

Дата отбора	Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ ' + CO ₃ "	Na·+K·	Mg"	Ca"	Сумма ионов, мг/л	pH	Жесткость общая, мг/экв	Fe общее	Нефте-продукты	Индекс химического состава
Шахта «Батуриная»												
1972 г., август	532 52	255 18	537 30	448 67	83 23	56 10	1911	8,2	9,6	—	—	Cl _{II} ^{Na}
1973 г., февраль	326 46	204 20	415 34	225 18	88 37	64 45	1322	8,5	10,4	15,0	12,0	Cl _{II} ^{Ca}
1973 г., ноябрь	382 46	188 16	537 38	320 59	68 24	80 17	1575	8,3	9,6	2,5	10,4	Cl _{II} ^{Na}
1974 г., январь	263 32	376 35	464 33	395 76	29 10	64 14	1591	8,3	5,6	0,7	4,4	S _I ^{Na}
1974 г., апрель	392 49	188 17	476 34	382 77	24 9	64 14	1526	8,4	5,2	3,0	6,0	Cl _I ^{Na}
1974 г., июль	568 49	94 6	928 45	634 85	29 6	64 9	2317	8,5	5,6	5,6	11,0	Cl _I ^{Na}
1974 г., октябрь	475 45	329 23	561 32	547 83	39 7	64 10	2005	8,3	5,6	6,0	10,2	Cl _I ^{Na}
1975 г., апрель	408 37	376 26	683 36	572 81	29 8	64 15	2132	8,8	5,6	0,2	16,8	Cl _I ^{Na}

Дата отбора	Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ ' + CO ₃ "	Na' + K'	Mg"	Ca"	Сумма ионов, мг/л	pH	Жесткость общая, мг/экв	Fe общее	Нефте-продукты	Индекс химического состава
Шахта «Октябрьская»												
1972 г., июнь	182 15	960 59	537 26	550 70	74 18	78 12	2381	8,3	10,0	0,2	8,6	S _{II} ^{Na}
1972 г., август	176 25	380 38	464 37	712 58	68 27	64 15	1864	8,2	8,8	—	—	S _{II} ^{Na}
1972 г., октябрь	220 26	500 43	464 31	354 64	68 23	64 13	1670	8,2	8,8	0,1	—	S _{II} ^{Na}
1972 г., ноябрь	176 20	570 47	513 33	212 36	117 39	128 25	1716	8,2	16,0	8,6	2,1	S _{II} ^{Mg}
1973 г., февраль	30 4	915 71	415 25	470 76	24 8	84 16	1938	8,3	4,4	2,0	12,2	S _I ^{Na}
1973 г., апрель	152 35	34 6	439 59	51 19	58 39	104 42	838	8,1	10,0	1,5	7,6	C _{III} ^{Ca}
1973 г., июль	177 24	380 38	482 38	232 48	72 28	93 24	1436	8,0	10,6	0,1	2,0	SC _{II} ^{Na}
1973 г., октябрь	167 17	659 50	537 33	404 65	29 9	144 26	1940	8,3	9,6	0,5	6,8	S _{II} ^{Na}
1974 г., февраль	196 26	376 37	488 37	287 59	68 26	44 15	1459	9,3	8,8	0,4	9,6	SC _{II} ^{Na}
1974 г., май	137 14	800 59	463 27	372 58	97 28	80 14	1949	8,5	12,0	0,3	12,6	S _{II} ^{Na}

Дата отбора	Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ ' + CO ₃ "	Na·+K·	Mg··	Ca··	Сумма ионов, мг/л	pH	Жесткость общая, мг/экв	Fe общее	Нефтепродукты	Индекс химического состава
159 1974 г., август	150	564	512	292	78	104	1700	8,2	11,6	0,3	8,6	S _{II} ^{Na}
	17	48	35	52	27	21						
	304	699	403	387	82	123	1998	8,0	12,9	0,1	—	S _{II} ^{Na}
	29	49	22	57	23	20						
	230	94	537	214	39	96	1210	8,4	8,0	0,8	8,8	C _I ^{Na}
	38	11	55	54	19	27						
1975 г., август	272	480	549	315	104	88	1808	8,0	13,0	0,2	—	S _{II} ^{Na}
	29	37	34	51	32	17						
1975 г., август	310	538	549	405	77	100	1979	8,1	11,3	0,16	—	S _{II} ^{Na}
	30	38	32	60	21	19						
Шахта «Калачевская»												
1970 г., июль	78	178	549	44	79	130	1058	7,6	13,0	1,2	3,2	C _{IIIa} ^{Ca, Mg}
	15	25	60	12	44	44						
1971 г., июнь	176	112	732	300	50	42	1412	7,5	6,2	1,5	14,2	C _I ^{Na}
	26	12	62	68	21	11						
1972 г., июль	106	130	586	195	49	56	1122	7,5	6,8	0,15	—	C _I ^{Na}
	19	17	64	56	26	18						
1972 г., август	106	130	586	204	44	56	1126	7,5	6,4	0,15	—	C _I ^{Na}
	20	18	62	59	23	18						
1973 г., октябрь	475	141	683	393	10	192	1894	8,2	10,4	2,4	11,6	C _I ^{Na}
	49	4	47	62	3	35						

Дата отбора	Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ ' + CO ₃ "	Na' + K'	Mg"	Ca"	Сумма ионов, мг/л	pH	Жесткость общая, мг/экв	Fe общее	Нефтепродукты	Индекс химического состава	
1974 г., февраль	176	188	1086	485	39	48	2022	8,4	5,6	5,1	8,6	C _I ^{Na}	
	19	15	66	79	12	9							
	1974 г., август	108	235	683	202	58	112	1398	8,4	10,4	0,8	7,2	C _I ^{Na}
		16	25	59	46	25	29						
	1974 г., ноябрь	217	226	732	363	22	104	1664	8,2	7,0	0,2	—	C _I ^{Na}
		27	20	53	69	8	23						
	1974 г., декабрь	110	235	732	258	58	80	1473	8,5	8,8	1,2	14,4	C _I ^{Na}
16		24	60	55	25	20							
1975 г., апрель	206	329	610	299	389	128	1951	8,7	9,6	сл.	9,8	C _I ^{Na}	
	26	30	44	58	14	28							
1975 г., сентябрь	126	173	708	230	63	72	1372	8,2	8,8	0,8	—	C _I ^{Na}	
	19	19	62	50	28	22							
1975 г., сентябрь	147	156	708	271	63	40	1385	8,4	7,2	0,09	—	C _I ^{Na}	
	22	17	61	62	27	11							
Шахта «Восточная»													
1970 г., июль	355	214	452	391	15	72	1499	7,8	4,8	0,4	26,2	C _I ^{Na}	
	46	20	34	78	6	16							
1972 г., ноябрь	774	210	124	486	14	120	1728	8,5	7,1	2,0	16,0	C _I ^{Na} _{Ша}	
	77	15	8	75	4	21							

Дата отбора	Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ ' + CO ₃ "	Na' + K'	Mg''	Ca''	Сумма ионов, мг/л	pH	Жесткость общая, мг/экв	Fe общее	Нефтепродукты	Индекс химического состава
1973 г., февраль	385 43	318 27	464 30	356 62	68 22	80 16	1671	8,4	9,6	0,8	4,2	Cl _{II} ^{Na}
1973 г., ноябрь	437 48	141 11	635 41	314 53	88 28	96 19	1711	8,2	12,0	18,0	6,6	Cl _{II} ^{Na}
1974 г., январь	470 41	473 30	586 29	439 58	78 20	144 22	2190	8,2	13,6	18,0	32,4	Cl _{II} ^{Na}
1974 г., апрель	137 16	706 60	366 24	428 76	39 13	56 11	1732	8,8	6,0	27,0	11,0	S _I ^{Na}
1974 г., октябрь	968 63	282 14	586 23	777 79	24 5	140 16	2777	8,2	9,0	2,7	9,4	Cl _I ^{Na}
1975 г., апрель	578 42	409 26	732 32	350 41	214 47	80 12	2363	8,9	21,6	—	14,8	Cl _{IIIa} ^{Mg}
Шахта «Куллярская»												
1970 г., июль	504 50	70 6	763 44	519 80	36 11	52 9	1944	7,8	5,6	0,8	8,2	Cl _I ^{Na}
1971 г., июль	668 52	67 4	970 44	660 79	68 15	38 6	2471	8,1	7,5	1,2	19,0	Cl _I ^{Na}
1972 г., июль	673 41	768 35	683 24	974 92	44 7	24 1	3166	8,6	4,8	0,3	7,0	Cl _I ^{Na}
1972 г., август	342 42	140 12	696 46	354 63	29 9	136 28	1697	7,5	9,2	—	—	C _I ^{Na}

Продолжение табл. 30

Дата отбора	Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ ' + CO ₃ "	Na' + K'	Mg''	Ca''	Сумма ионов, мг/л	pH	Жесткость общая, мг/экв	Fe общее	Нефтепродукты	Индекс химического состава
1972 г., ноябрь	880	97	610	1104	25	96	2812	8,4	6,8	0,9	25,0	Cl _I ^{Na}
	46	36	18	88	3	9						
1973 г., январь	582	77	781	512	68	64	2084	8,7	8,8	0,5	2,8	Cl _I ^{Na}
	54	5	41	72	18	10						
1973 г., февраль	76	120	854	305	10	80	1445	8,7	4,8	0,5	5,0	C _I ^{Na}
	9	14	77	74	4	22						
1973 г., апрель	319	599	171	512	15	16	1632	8,6	2,0	0,9	2,8	S _I ^{Na}
	37	51	12	92	5	3						
1973 г., июль	965	190	26	848	61	26	2116	8,8	6,3	1,5	25,0	Cl _I ^{Na}
	63	9	28	85	11	4						

Химический состав шахтных вод
с преобладающей минерализацией 2—3 г/л, мг/л, мг/экв%

Дата отбора	Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ ' + CO ₃ "	Na' + K'	Mg''	Ca''	Сумма ионов, мг/л	pH	Жесткость общая, мг/экв	Fe общее	Нефтепродукты	Индекс химического состава
Шахта «Северная»												
1967 г., август	920 54	502 22	702 24	822 75	109 19	63 6	3118	8,3	12,2	2,0	—	Cl _{II} ^{Na}
1968 г., июль	892 52	509 21	824 27	704 60	199 34	56 6	3184	7,9	19,2	0,1	—	Cl _{II} ^{Na}
1968 г., ноябрь	837 62	294 16	519 22	345 39	145 31	224 30	2365	7,5	23,2	1,8	—	Cl _{IIIa} ^{Na}
1969 г., декабрь	845 42	1029 36	732 22	963 75	23 3	251 22	3843	7,5	14,3	4,0	31,1	Cl _{II} ^{Na}
1971 г., июль	782 54	396 20	671 26	407 43	156 31	216 26	2628	7,9	23,6	5,0	75,6	Cl _{IIIa} ^{Na}
1972 г., сентябрь	1850 75	530 15	415 10	46 2	754 89	120 9	3715	7,8	68,0	0,7	—	Cl _{IIIa} ^{Mg}
1972 г., ноябрь	818 43	851 33	744 24	660 54	283 27	204 19	3560	8,5	24,3	0,8	4,3	Cl _{II} ^{Na}
1973 г., февраль	116 9	1100 60	708 31	336 39	126 28	256 33	2642	8,0	23,2	0,8	74,0	S _{II} ^{Na}

Дата отбора	Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ ' + CO ₃ "	Na' + K'	Mg"	Ca"	Сумма ионов, мг/л	pH	Жесткость общая, мг/экв	Fe общее	Нефте-продукты	Индекс химического состава
1973 г., декабрь	1175 66	570 24	330 10	841 73	127 20	70 7	3113	8,0	13,8	0,4	1,6	Cl _{II} ^{Na}
1973 г., декабрь	1037 47	1082 36	614 17	1009 71	92 12	202 17	4036	8,2	18,4	0,7	5,4	Cl _{II} ^{Na}
1974 г., январь	805 43	921 37	572 20	866 67	79 12	222 21	3465	7,9	17,6	0,1	—	Cl _{II} ^{Na}
1974 г., март	725 43	894 39	513 18	648 60	61 11	280 29	3121	8,2	19,2	3,0	10,4	Cl _{II} ^{Na}
1974 г., июнь	764 45	706 31	683 24	540 50	146 25	240 25	3079	8,0	24,2	0,9	10,6	Cl _{II} ^{Na}
1974 г., сентябрь	680 44	612 31	659 25	504 51	117 22	224 27	2796	8,8	20,8	3,0	3,2	Cl _{II} ^{Na}
1974 г., декабрь	854 60	141 7	781 33	400 44	13 26	240 30	2429	8,8	22,4	1,8	6,4	Cl _{IIIa} ^{Na}
1975 г., март	681 53	235 14	732 33	444 53	107 25	160 22	2359	8,4	16,8	0,8	9,2	Cl _{IIIa} ^{Na}
1975 г., июль	787 57	235 13	712 30	414 46	117 26	220 28	2485	8,3	20,6	0,5	16,8	Cl _{IIIa} ^{Na}
1975 г., август	777 44	854 36	634 20	623 54	173 28	176 18	3237	8,0	23,0	—	—	Cl _{II} ^{Na}

Дата отбора	Cl'	SO ₄ '	HCO ₃ ' + CO ₃ "	Na'+K'	Mg"	Ca"	Сумма ионов, мг/л	pH	Жесткость общая, мг/экв	Fe общее	Нефте-продукты	Индекс химического состава	
1975 г., август	680 39	798 34	781 27	690 62	169 29	92 9	3210	7,8	18,5	—	—	C _I Na _{II}	
Шахта «Красносельская»													
195	1970 г., июль	582 45	128 7	1068 48	704 84	54 12	32 4	2568	7,6	6,0	0,5	3,8	C _I Na
	1971 г., июль	577 44	172 11	101 45	632 75	83 18	42 7	1607	8,0	8,9	3,0	74,4	C _I Na
	1972 г., июль	637 41	480 23	976 36	881 87	49 9	32 4	3055	8,8	5,6	сл.	7,4	C _I Na
	1972 г., август	588 31	206 11	1391 58	766 85	44 9	48 6	3043	8,0	6,0	—	—	C _I Na
	1972 г., сентябрь	532 43	206 6	964 51	651 81	63 15	32 4	2448	8,7	16,8	2,4	1,6	C _I Na
	1973 г., январь	577 45	168 9	1025 46	620 74	58 13	96 13	2544	8,6	9,6	0,9	3,0	C _I Na
	1973 г., февраль	81 9	182 14	1220 77	453 75	20 8	96 17	2052	8,8	6,4	9,0	20,0	C _I Na
	1973 г., апрель	350 47	163 17	454 36	406 84	24 9	25 7	1432	8,4	3,2	0,3	4,0	C _I Na

Дата отбора	Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ ' + CO ₃ "	Na'+K'	Mg''	Ca''	Сумма ионов, мг/л	pH	Жесткость общая, мг/экв	Fe общее	Нефте-продукты	Индекс химического состава
1973 г., июль	597 46	190 14	927 40	685 72	50 18	44 10	2493	8,8	6,3	2,0	1,5	Cl _I Na
1973 г., октябрь	330 39	282 12	1093 49	621 71	46 18	48 11	2420	8,6	6,2	0,5	8,8	Cl _I Na
1974 г., январь	765 44	282 12	1318 44	1055 93	10 2	48 5	3478	8,4	3,2	2,4	5,8	ClCl _I Na
1974 г., июль	360 31	315 21	995 48	531 69	44 11	128 20	2373	8,8	10,0	0,9	9,8	Cl _I Na
Шахта «Коркинская»												
1970 г., июль	443 31	231 12	1379 57	710 78	55 11	90 11	2908	7,8	9,0	0,7	6,5	Cl _I Na
1971 г., июль	527 36	186 9	1379 55	844 89	38 7	31 4	3005	8,0	4,6	1,2	21,6	Cl _I Na
1972 г., июль	582 30	480 18	1733 52	1150 91	39 6	32 3	4016	8,4	4,8	0,4	7,0	Cl _I Na
1972 г., август	1338 60	115 4	1367 36	1336 93	44 6	16 1	4216	8,0	4,4	—	—	Cl _I Na
1972 г., ноябрь	579 33	235 10	1733 57	971 85	70 12	32 3	3620	8,0	7,4	—	3,0	Cl _I Na

Дата отбора	Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ ' + CO ₃ "	Na'+K'	Mg"	Ca"	Сумма ионов, мг/л	pH	Жесткость общая, мг/экв	Fe общее	Нефте-продукты	Индекс химического состава																																																																																																																																																																				
1973 г., февраль	115	125	1831	713	14	72	2870	8,4	4,8	3,0	10,0	C _I ^{Na}																																																																																																																																																																				
	9	7	84	87	3	10							1973 г., июль	517	285	1342	870	16	28	3058	8,0	2,7	1,0	1,2	C _I ^{Na}	34	14	52	89	5	6	1973 г., октябрь	579	94	61	826	39	32	1631	8,6	4,8	0,3	4,4	C _I ^{Na}	40	5	55	88	8	4	1973 г., ноябрь	382	188	537	319	68	80	1574	8,3	9,6	2,5	10,4	C _{II} ^{Na}	47	16	37	59	24	17	1974 г., май	490	852	1342	1016	68	32	3800	8,5	7,2	0,7	7,4	C _I ^{Na}	27	30	43	86	11	3	1974 г., июль	511	152	1660	908	52	20	3303	8,2	5,3	—	—	C _I ^{Na}	32	7	61	88	10	2	1974 г., август	520	423	1513	1018	24	40	3538	8,5	4,0	1,0	6,6	C _I ^{Na}	33	16	51	92	4	4	1974 г., ноябрь	491	107	1415	808	25	41	2887	8,4	4,2	—	—	C _I ^{Na}	35	5	60	90	5	5	1974 г., декабрь	475	94	854	510	68	32	2033	8,7	7,2	1,0	6,2	C _I ^{Na}	46	7	47	75	19	6	1975 г., сентябрь	589	104	1841	1048	27	24	3633	8,4	3,4	2,5	—
1973 г., июль	517	285	1342	870	16	28	3058	8,0	2,7	1,0	1,2	C _I ^{Na}																																																																																																																																																																				
	34	14	52	89	5	6							1973 г., октябрь	579	94	61	826	39	32	1631	8,6	4,8	0,3	4,4	C _I ^{Na}	40	5	55	88	8	4	1973 г., ноябрь	382	188	537	319	68	80	1574	8,3	9,6	2,5	10,4	C _{II} ^{Na}	47	16	37	59	24	17	1974 г., май	490	852	1342	1016	68	32	3800	8,5	7,2	0,7	7,4	C _I ^{Na}	27	30	43	86	11	3	1974 г., июль	511	152	1660	908	52	20	3303	8,2	5,3	—	—	C _I ^{Na}	32	7	61	88	10	2	1974 г., август	520	423	1513	1018	24	40	3538	8,5	4,0	1,0	6,6	C _I ^{Na}	33	16	51	92	4	4	1974 г., ноябрь	491	107	1415	808	25	41	2887	8,4	4,2	—	—	C _I ^{Na}	35	5	60	90	5	5	1974 г., декабрь	475	94	854	510	68	32	2033	8,7	7,2	1,0	6,2	C _I ^{Na}	46	7	47	75	19	6	1975 г., сентябрь	589	104	1841	1048	27	24	3633	8,4	3,4	2,5	—	C _I ^{Na}	34	4	62	94	4	2												
1973 г., октябрь	579	94	61	826	39	32	1631	8,6	4,8	0,3	4,4	C _I ^{Na}																																																																																																																																																																				
	40	5	55	88	8	4							1973 г., ноябрь	382	188	537	319	68	80	1574	8,3	9,6	2,5	10,4	C _{II} ^{Na}	47	16	37	59	24	17	1974 г., май	490	852	1342	1016	68	32	3800	8,5	7,2	0,7	7,4	C _I ^{Na}	27	30	43	86	11	3	1974 г., июль	511	152	1660	908	52	20	3303	8,2	5,3	—	—	C _I ^{Na}	32	7	61	88	10	2	1974 г., август	520	423	1513	1018	24	40	3538	8,5	4,0	1,0	6,6	C _I ^{Na}	33	16	51	92	4	4	1974 г., ноябрь	491	107	1415	808	25	41	2887	8,4	4,2	—	—	C _I ^{Na}	35	5	60	90	5	5	1974 г., декабрь	475	94	854	510	68	32	2033	8,7	7,2	1,0	6,2	C _I ^{Na}	46	7	47	75	19	6	1975 г., сентябрь	589	104	1841	1048	27	24	3633	8,4	3,4	2,5	—	C _I ^{Na}	34	4	62	94	4	2																															
1973 г., ноябрь	382	188	537	319	68	80	1574	8,3	9,6	2,5	10,4	C _{II} ^{Na}																																																																																																																																																																				
	47	16	37	59	24	17							1974 г., май	490	852	1342	1016	68	32	3800	8,5	7,2	0,7	7,4	C _I ^{Na}	27	30	43	86	11	3	1974 г., июль	511	152	1660	908	52	20	3303	8,2	5,3	—	—	C _I ^{Na}	32	7	61	88	10	2	1974 г., август	520	423	1513	1018	24	40	3538	8,5	4,0	1,0	6,6	C _I ^{Na}	33	16	51	92	4	4	1974 г., ноябрь	491	107	1415	808	25	41	2887	8,4	4,2	—	—	C _I ^{Na}	35	5	60	90	5	5	1974 г., декабрь	475	94	854	510	68	32	2033	8,7	7,2	1,0	6,2	C _I ^{Na}	46	7	47	75	19	6	1975 г., сентябрь	589	104	1841	1048	27	24	3633	8,4	3,4	2,5	—	C _I ^{Na}	34	4	62	94	4	2																																																		
1974 г., май	490	852	1342	1016	68	32	3800	8,5	7,2	0,7	7,4	C _I ^{Na}																																																																																																																																																																				
	27	30	43	86	11	3							1974 г., июль	511	152	1660	908	52	20	3303	8,2	5,3	—	—	C _I ^{Na}	32	7	61	88	10	2	1974 г., август	520	423	1513	1018	24	40	3538	8,5	4,0	1,0	6,6	C _I ^{Na}	33	16	51	92	4	4	1974 г., ноябрь	491	107	1415	808	25	41	2887	8,4	4,2	—	—	C _I ^{Na}	35	5	60	90	5	5	1974 г., декабрь	475	94	854	510	68	32	2033	8,7	7,2	1,0	6,2	C _I ^{Na}	46	7	47	75	19	6	1975 г., сентябрь	589	104	1841	1048	27	24	3633	8,4	3,4	2,5	—	C _I ^{Na}	34	4	62	94	4	2																																																																					
1974 г., июль	511	152	1660	908	52	20	3303	8,2	5,3	—	—	C _I ^{Na}																																																																																																																																																																				
	32	7	61	88	10	2							1974 г., август	520	423	1513	1018	24	40	3538	8,5	4,0	1,0	6,6	C _I ^{Na}	33	16	51	92	4	4	1974 г., ноябрь	491	107	1415	808	25	41	2887	8,4	4,2	—	—	C _I ^{Na}	35	5	60	90	5	5	1974 г., декабрь	475	94	854	510	68	32	2033	8,7	7,2	1,0	6,2	C _I ^{Na}	46	7	47	75	19	6	1975 г., сентябрь	589	104	1841	1048	27	24	3633	8,4	3,4	2,5	—	C _I ^{Na}	34	4	62	94	4	2																																																																																								
1974 г., август	520	423	1513	1018	24	40	3538	8,5	4,0	1,0	6,6	C _I ^{Na}																																																																																																																																																																				
	33	16	51	92	4	4							1974 г., ноябрь	491	107	1415	808	25	41	2887	8,4	4,2	—	—	C _I ^{Na}	35	5	60	90	5	5	1974 г., декабрь	475	94	854	510	68	32	2033	8,7	7,2	1,0	6,2	C _I ^{Na}	46	7	47	75	19	6	1975 г., сентябрь	589	104	1841	1048	27	24	3633	8,4	3,4	2,5	—	C _I ^{Na}	34	4	62	94	4	2																																																																																																											
1974 г., ноябрь	491	107	1415	808	25	41	2887	8,4	4,2	—	—	C _I ^{Na}																																																																																																																																																																				
	35	5	60	90	5	5							1974 г., декабрь	475	94	854	510	68	32	2033	8,7	7,2	1,0	6,2	C _I ^{Na}	46	7	47	75	19	6	1975 г., сентябрь	589	104	1841	1048	27	24	3633	8,4	3,4	2,5	—	C _I ^{Na}	34	4	62	94	4	2																																																																																																																														
1974 г., декабрь	475	94	854	510	68	32	2033	8,7	7,2	1,0	6,2	C _I ^{Na}																																																																																																																																																																				
	46	7	47	75	19	6							1975 г., сентябрь	589	104	1841	1048	27	24	3633	8,4	3,4	2,5	—	C _I ^{Na}	34	4	62	94	4	2																																																																																																																																																	
1975 г., сентябрь	589	104	1841	1048	27	24	3633	8,4	3,4	2,5	—	C _I ^{Na}																																																																																																																																																																				
	34	4	62	94	4	2																																																																																																																																																																										

Химический состав шахтных вод
с преобладающей минерализацией 3—4 г/л, мг/л, мг/экв %

Дата отбора	Cl'	SO ₄ ⁿ	HCO ₃ ' + CO ₃ ⁿ	Na' + K'	Mg''	Ca''	Сумма ионов, мг/л	pH	Жесткость общая, мг/экв	Fe общее	Нефте-продукты	Индекс химического состава	
Шахта «Комсомольская»													
188	1971 г., июль	2177 79	326 9	561 12	1088 61	304 32	108 7	4564	7,9	30,1	1,5	64,2	Cl _{III} Na
	1972 г., июль	1531 65	721 22	525 13	1156 75	152 19	80 6	4165	8,7	16,5	0,3	6,2	Cl _{II} Na
	1972 г., январь	1480 65	610 20	610 15	535 68	122 17	192 15	3549	8,4	20,4	44,5	4,0	Cl _{II} Na
	1973 г., август	1516 65	760 24	427 11	1216 80	118 15	60 5	4097	8,8	12,7	0,5	2,5	Cl _{II} Na
	1973 г., ноябрь	1365 62	658 22	610 16	938 82	97 12	80 6	3748	8,4	12,0	0,4	7,4	Cl _{II} Na
	1974 г., январь	1142 57	570 21	610 22	1048 75	98 14	124 11	3592	8,0	14,3	0,1	—	Cl _{II} Na
	1974 г., февраль	1529 70	282 10	732 20	538 73	122 17	128 10	3331	8,4	16,8	0,3	6,4	Cl _{II} Na
	1974 г., май	1430 68	517 18	512 14	573 79	92 13	96 8	3220	8,7	12,4	0,4	5,8	Cl _{II} Na
	1974 г., август	1598 80	94 4	537 16	473 67	165 26	80 7	2947	8,7	17,6	3,0	10,4	Cl _{III} Na

Дата отбора	Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ ' + CO ₃ "	Na ⁺ + K ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Сумма ионов, мг/л	pH	Жесткость общая, мг/экв	Fe общее	Нефтепродукты	Индекс химического состава
Шахта «Миасская»												
1971 г., июль	150	217	427	1018	27	120	1959	7,8	8,2	5,0	15,4	C _{II} ^{Na}
	27	28	45	84	5	11						
1972 г., июль	1146	480	342	779	126	72	2945	8,9	14,0	0,5	10,6	Cl _{II} ^{Na}
	67	21	12	71	22	7						
1972 г., ноябрь	1243	588	488	818	151	144	3432	8,2	19,8	0,32	10,0	Cl _I ^{Na}
	63	22	15	64	23	13						
1973 г., апрель	562	941	244	676	58	104	2585	8,9	10,0	0,6	4,0	S _{II} ^{Na}
	40	50	10	75	12	13						
1973 г., июль	1146	480	342	780	126	72	2946	8,9	14,0	0,5	10,6	Cl _{II} ^{Na}
	67	21	12	71	22	7						
1973 г., декабрь	1292	710	537	1012	88	176	3815	8,0	16,0	сл.	5,0	Cl ^I Na
	61	24	15	73	12	15						
1974 г., январь	1322	607	511	963	134	178	3715	8,0	19,9	0,5	—	C I
	63	21	16	66	19	15						
1974 г., сентябрь	1054	470	390	743	117	80	2854	8,7	13,6	2,4	8,4	Cl _{II} ^{Na}
	65	21	14	69	21	10						
1974 г., ноябрь	1304	496	549	858	120	177	3504	8,6	18,8	0,1	—	Cl _{II} ^{Na}
	66	18	16	66	18	16						
1974 г., декабрь	1362	94	586	460	195	281	2978	8,5	30,0	—	18,2	Cl _{IIIa} ^{Na}
	75	5	20	40	32	28						

Дата отбора	Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ ' + CO ₃ "	Na + K	Mg	Ca	Сумма ионов, мг/л	pH	Жесткость общая, мг/экв	Fe об. ее	Нефтепродукты	Индекс химического состава	
1975 г., март	816 65	188 12	488 23	471 58	88 21	144 21	2195	8,2	14,4	сл.	11,6	Cl _{III} Na	
1975 г., август	1456 67	513 18	537 15	975 70	117 16	168 14	3766	8,4	18,0	0,1	—	Cl _{II} Na	
1975 г., август	1297 64	531 20	512 16	830 64	140 20	180 16	3490	8,1	20,5	0,1	—	Cl _{II} Na	
Шахта «Глубокая»													
170	1972 г., февраль	710 52	480 26	500 22	568 64	83 18	136 18	2477	8,2	13,6	0,5	8,2	Cl _{II} Na
	1972 г., июль	622 30	1300 46	879 24	71 79	97 14	86 7	3055	7,9	12,3	0,1	13,8	S _I Na
	1972 г., ноябрь	590 35	715 31	988 34	802 73	96 16	98 11	3289	7,5	12,8	1,0	3,3	Cl _I Na
	1973 г., февраль	101 7	960 52	976 41	496 56	15 3	321 41	2869	7,8	17,2	0,5	6,4	S _{II} Na
	1973 г., апрель	456 33	960 52	366 15	600 68	78 16	128 16	2588	8,2	12,8	0,5	2,0	S _{II} Na
	1973 г., июль	710 48	480 32	100 20	646 68	136 16	136 16	2208	8,2	13,6	0,5	8,2	Cl _{II} Na
	1973 г., декабрь	728 40	706 29	952 31	818 70	97 16	144 14	3445	8,2	15,2	2,4	6,4	Cl _I Na

Дата отбора	Cl'	SO ₄ ^{''}	HCO ₃ ' + CO ₃ ^{''}	Na ⁺ + K ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Сумма ионов, мг/л	pH	Жесткость общая, мг/экв	Fe общее	Нефтепродукты	Индекс химического состава
7*												
1974 г., январь	631 34	831 33	950 33	1010 77	68 11	126 12	3616	8,0	11,9	0,2	—	Cl _I Na
1974 г., март	666 43	706 33	613 24	706 71	92 17	112 12	2895	8,4	13,2	3,9	9,4	Cl _{II} Na
1974 г., июль	784 36	611 27	1025 37	685 65	78 16	176 19	3359	8,0	16,0	1,2	12,6	C _I Na
171 1974 г., сентябрь	592 35	706 31	976 34	759 69	126 23	80 8	3239	8,3	14,4	3,9	4,6	Cl _I Na
1974 г., декабрь	748 60	94 6	732 34	439 54	97 23	160 23	2270	8,6	16,0	2,4	6,6	Cl _{IIIa} Na
1975 г., март	546 41	292 16	976 43	586 67	78 18	112 15	2590	8,5	12,0	1,0	12,0	C _I Na
1975 г., август	427 36	630 39	512 25	448 58	107 26	104 16	2228	8,4	14,0	—	—	S _{II} Na
1975 г., август	485 32	711 34	903 34	676 66	102 19	112 15	2989	8,2	14,0	—	—	SC _{II} Na
Шахта «Чумлякская»												
1970 г., июль	902 52	356 15	976 33	807 72	72 12	156 16	3269	7,8	13,7	0,7	13,3	Cl _I Na
1971 г., июль	1055 56	376 15	964 29	1047 85	65 10	50 5	3557	7,6	7,8	3,0	4,4	Cl _I Na

Дата отбора	Cl'	SO ₄ ^{''}	HCO ₃ ' + CO ₃ ''	Na' + K'	Mg''	Ca''	Сумма ионов мг/л	pH	Жесткость общая, мг/экв	Fe общее	Нефтепродукты	Индекс химического состава
1972 г., июль	1128 58	576 21	732 21	1063 83	83 12	56 5	3338	8,4	9,6	0,7	7,0	Cl _I Na
1972 г., август	1286 58	407 14	1050 28	1239 87	93 7	72 6	4147	8,2	8,0	—	—	Cl _I Na
1972 г., ноябрь	806 42	588 23	1135 35	992 81	86 13	66 6	3573	8,0	10,7	—	4,7	Cl _I Na
1973 г., февраль	139 14	250 19	1123 67	467 74	44 13	72 13	2095	8,2	7,2	1,0	32,0	Cl _I Na
1973 г., апрель	593 34	1107 47	537 19	977 87	29 6	72 7	3315	8,6	6,0	1,2	23,6	S _I Na
1973 г., июль	1128 58	576 21	732 21	1062 83	83 12	56 5	3537	8,4	9,6	0,7	7,0	Cl _I Na
1973 г., октябрь	1115 55	423 16	1001 29	1136 88	49 7	64 5	3788	8,4	7,2	1,5	8,4	Cl _I Na
1974 г., май	1078 60	235 10	926 30	977 84	49 8	80 8	3345	8,3	8,0	0,6	10,0	Cl _I Na
1974 г., август	1107 55	517 20	854 25	1115 92	66 5	44 3	3703	9,0	7,6	0,4	6,8	Cl _I Na
1974 г., ноябрь	1370 65	382 13	781 22	1202 87	72 10	37 3	3844	8,4	7,8	0,3	—	Cl _I Na

Дата отбора	Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ ' + CO ₃ "	Na' + K'	Mg"	Ca"	Сумма по лоз., мг/л	pH	Жесткость общая, мг/экв	Fe общее	Нефтепродукты	Индекс химического состава
1975 г., апрель	954 62	423 20	488 18	839 83	54 10	56 7	2814	9,0	7,2	0,3	11,4	Cl _I Na
1975 г., сентябрь	1621 69	374 12	732 19	1230 81	95 12	84 7	4135	8,2	12,0	—	—	Cl _I Na
1975 г., сентябрь	1621 71	376 12	634 17	1248 84	92 12	40 4	4011	8,7	9,6	0,1	—	Cl _I Na
Шахта «Центральная»												
173 1972 г., июль	1256 56	1248 12	1245 32	1176 82	85 11	92 7	5102	8,2	11,6	сл.	—	Cl _I Na
1972 г., август	979 50	690 26	854 24	977 75	148 11	26 14	3674	7,8	13,5	0,4	10,1	Cl _I Na
1972 г., ноябрь	616 34	486 20	1454 46	310 26	413 66	80 8	3369	8,4	38,5	1,1	7,0	C _{IIIa} Mg
1973 г., январь	1124 74	325 16	248 10	575 59	97 19	192 22	2561	8,5	17,6	0,8	7,2	Cl _{IIIa} Na
1973 г., апрель	927 58	826 38	122 4	720 69	122 24	64 7	2781	8,7	14,1	0,2	1,0	Cl _{II} Na
1973 г., июль	1058 47	570 19	1036 34	1166 80	98 13	86 7	4014	8,4	12,4	3,0	3,6	Cl _I Na
1973 г., ноябрь	1056 45	753 24	1210 31	1202 80	102 13	96 7	4419	8,4	13,2	0,2	5,6	Cl _I Na

Дата отбора	Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ ' + CO ₃ "	Na' + K'	Mg"	Ca"	Сумма ионов, мг/л	pH	Жесткость общая, мг/экв	Fe общее	Нефте-продукты	Индекс химического состава	
174	1974 г., январь	868 40	659 22	1267 38	1250 82	97 13	60 5	4201	8,4	11,0	0,2	—	Cl _I Na
	1974 г., февраль	1137 48	564 18	1367 34	1032 70	156 19	144 11	4430	8,4	20,0	1,2	6,6	Cl _I Na
	1974 г., май	882 34	1334 39	1193 27	1377 83	73 8	128 9	4990	8,3	12,4	0,5	5,0	S _I Na
	1974 г., август	850 50	118 5	1220 45	738 68	117 21	95 11	3139	8,5	14,4	1,5	12,4	Cl _I Na
	1974 г., ноябрь	816 50	141 6	1269 41	853 78	117 12	80 10	3276	8,5	9,6	2,4	9,0	Cl _I Na
	1975 г., май	954 40	894 27	1367 33	1248 79	88 11	128 10	4679	8,4	13,6	1,9	9,4	Cl _I Na
	1975 г., июль	1021 52	235 8	1367 40	1014 80	88 12	95 8	3821	8,3	12,0	0,3	14,0	Cl _I Na
	Шахта «Еманжелинская»												
1972 г., сентябрь	4484 73	1775 21	612 6	1860 45	837 40	480 14	10048	8,0	92,8	—	—	—	Cl _{IIIa} Na
1973 г., июль	4332 60	3456 35	610 5	3297 70	477 19	433 11	12605	8,2	60,8	0,4	7,2	—	Cl _{II} Na
1973 г., ноябрь	3877 66	2119 27	683 7	1926 51	632 31	177 17	9414	8,2	80,8	0,4	8,2	—	Cl _{IIIa} Na

Дата отбора	Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ ' + CO ₃ "	Na' + K'	Mg"	Ca"	Сумма ионов, мг/л	pH	Жесткость общая, мг/экв	Fe общее	Нефтепродукты	Индекс химического состава
1974 г., январь	4527 54	4461 40	806 6	3517 65	282 10	1154 25	14747	8,1	80,8	0,8	3,0	Cl _{II} Na
1974 г., апрель	3371 64	1882 27	781 9	2039 61	598 33	1844 6	10515	8,3	58,4	2,4	4,4	Cl _{IIIa} Na
1974 г., июль	3136 62	2258 33	342 5	1154 36	452 26	1074 38	8416	8,1	90,8	1,7	6,0	Cl _{IIIb} Ca

Шахта «Южная»

175 1972 г., июль	2242 66	932 22	611 12	530 25	730 70	80 5	5125	8,1	64,0	0,2	—	Cl _{IIIa} Mg
1972 г., ноябрь	2640 82	740 17	68 1	1577 76	205 19	112 5	5342	8,2	22,5	1,0	17,5	Cl _{IIIa} Na
1973 г., ноябрь	1820 77	377 11	488 12	991 64	185 23	176 13	4037	8,5	24,0	—	7,4	Cl _{IIIa} Na
1974 г., январь	1372 59	847 27	537 14	1092 73	136 17	128 10	4112	8,4	17,6	1,0	3,6	Cl _I Na
1974 г., апрель	431 28	1882 67	122 5	1099 88	39 7	48 5	3621	8,7	5,6	1,8	8,6	S _{II} Na
1974 г., июль	1960 84	188 6	391 10	1104 73	136 17	128 10	3907	8,6	17,6	0,9	15,6	Cl _{IIIa} Na
1974 г., октябрь	1598 63	941 27	439 10	1138 69	214 24	96 7	4426	8,9	22,4	1,0	8,4	Cl _{II} Na

Дата отбора	Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ ' + CO ₃ "	Na·+K·	- Mg·	Ca·	Сумма ионов, мг/л	pH	Жесткость общая, мг/экв	Fe общее	Нефтепродукты	Индекс химического состава
1975 г., апрель	1837 73	564 16	488 11	1442 86	39 5	112 9	4482	8,8	8,8	0,3	12,0	Cl _I Na _{II}
Шахта «Капитальная»												
1971 г., июль	2897 75	186 4	1379 21	2078 83	179 14	60 3	6779	7,8	17,8	2,2	21,6	Cl _I Na
1972 г., июль	2001 64	384 9	1440 27	1809 89	73 7	72 4	5779	8,3	9,6	0,2	6,2	Cl _I Na
1972 г., август	3344 77	254 4	1361 19	227 8	1342 90	32 2	6560	8,3	112,0	0,05	—	Cl _I Mg _{IIIa}
1972 г., сентябрь	2112 66	826 20	732 14	883 45	408 39	272 16	5233	8,2	47,2	1,6	27,0	Cl _I Mg _{IIIa}
1973 г., июль	1581 45	760 22	1354 33	1423 87	142 10	46 3	5306	8,6	9,4	0,5	1,9	Cl _I Na
1974 г., май	1490 63	329 11	1098 26	1389 90	49 6	48 4	4403	8,2	6,4	—	9,0	Cl _I Na
1974 г., август	1037 58	141 6	1123 35	977 84	49 8	80 8	3407	8,9	8,0	1,0	7,4	Cl _I Na

Химический состав шахтных вод
с преобладающей минерализацией 5—13 г/л, мг/л, мг/экв %

Дата отбора	Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ ' + CO ₃ "	Na· + K·	Mg·'	Ca·'	Сумма ионов, мг/л	pH	Жесткость общая, мг/экв	Fe общее	Нефте-продукты	Индекс химического состава
Шахта «Красная горнячка»												
1967 г., июнь	3393 84	107 4	317 12	175 45	642 45	204 9	4838	7,7	63,0	—	58,6	Cl ^{Mg} _{IIIa}
1969 г., декабрь	2181 41	3550 49	720 10	2682 75	326 18	220 7	9679	8,0	37,8	5,0	19,4	S ^{Na} _{II}
1970 г., июль	2926 67	1124 19	1037 14	1830 65	452 30	120 5	7489	8,1	43,2	1,9	—	Cl ^{Na} _{IIIa}
1971 г., июль	3947 79	604 9	1049 12	2510 77	274 16	186 7	8570	7,7	31,8	3,5	19,8	Cl ^{Na} _{IIIa}
1972 г., июль	2841 71	1028 19	732 10	2288 87	951 11	440 2	7840	8,1	14,5	6,0	6,2	Cl ^{Na} _{II}
1972 г., август	2640 69	1200 23	1037 8	1931 82	282 10	84 8	7174	8,1	32,4	—	—	Cl ^{Na} _{II}
1972 г., сентябрь	2926 67	1126 19	1037 14	1832 65	452 30	120 5	7493	8,1	43,2	1,9	—	Cl ^{Na} _{IIIa}
1973 г., июль	2986 62	1520 24	1195 14	2296 82	309 14	182 4	8488	8,6	34,5	1,5	6,0	Cl ^{Na} _{II}
1973 г., декабрь	3058 62	1575 24	1220 14	2680 83	185 12	144 5	8862	8,3	22,4	3,0	6,8	Cl ^{Na} _{II}

Дата отбора	Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ ' + CO ₃ "	Na ⁺ + K ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Сумма ионов, мг/л	pH	Жесткость общая, мг/экв	Fe общее	Нефте-продукты	Индекс химического состава
1974 г., март	2450 63	1220 23	927 14	2010 79	58 5	253 16	6918	8,5	22,4	2,7	13,4	Cl ^{Na} _{IIa}
1974 г., июль	2910 63	1410 22	1170 15	2450 82	272 17	32 1	8234	8,1	24,0	3,0	5,4	Cl ^{Na} _{II}
1974 г., сентябрь	2331 62	1232 23	976 15	1837 73	253 19	160 8	6838	8,2	28,8	12,0	5,3	Cl ^{Na} _{II}
1975 г., март	2450 60	1317 24	1159 16	1883 71	272 19	224 10	7305	8,3	33,6	0,6	5,8	Cl ^{Na} _{II}
Шахта «Подозерная»												
1970 г., июль	5350 77	1040 11	1354 12	1842 41	998 42	656 17	11240	8,0	114,8	0,1	53,0	Cl ^{Mg} _{IIIa}
1971 г., июль	898 12	8526 81	732 7	2529 56	217 8	1418 36	14310	8,0	87,4	1,5	17,6	S ^{Na} _{II}
1972 г., июль	7452 29	3264 60	781 11	680 35	748 54	449 11	13384	7,8	84,0	1,3	8,4	S ^{Mg} _{IIIa}
1972 г., август	5510 84	1070 12	501 4	1708 41	958 42	657 18	10403	8,0	111,6	0,1	—	Cl ^{Mg} _{IIIb}
1972 г., сентябрь	5350 77	1040 11	1355 12	1915 43	958 40	656 17	11274	8,0	111,5	0,1	—	Cl ^{Na} _{IIIa}
1972 г., ноябрь	2112 67	826 19	732 14	956 47	409 38	272 15	5317	8,2	47,2	1,6	27,0	Cl ^{Na} _{IIIa}

Дата отбора	Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ ' + CO ₃ "	Na·+K·	Mg''	Ca''	Сумма ионов, мг/л	pH	Жесткость общая, мг/экв	Fe общее	Нефте- продукты	Индекс химическо- го состава
1973 г., январь	2812 70	1040 19	707 11	1504 58	298 22	457 20	6818	8,2	47,2	3,0	14,8	Cl ^{Na} _{IIIa}
1973 г., февраль	2737 40	963 38	720 22	133 11	324 50	401 39	5278	8,2	46,8	2,6	13,4	Cl ^{Mg} _{IIIa}
179 1974 г., январь	5889 74	2200 20	682 6	3568 64	725 26	439 10	14503	7,9	81,5	0,1	—	Cl ^{Na} _{IIIa}
1974 г., февраль	4822 76	1505 17	830 7	2274 54	657 30	561 16	10649	8,3	82,0	0,8	7,0	Cl ^{Na} _{IIIa}
1974 г., май	5037 82	705 9	903 9	3839 72	389 19	320 9	11193	8,2	48,0	6,0	7,4	Cl ^{Na} _{IIIa}
1974 г., июль	5151 76	1693 13	732 11	3104 70	486 20	401 10	11567	8,2	60,0	1,5	9,4	Cl ^{Na} _{III}
1974 г., ноябрь	5921 77	1835 17	683 6	3518 71	234 9	882 20	13073	8,4	63,2	2,4	10,7	Cl ^{Na} _{IIIa}

характерны отдельно только для каждого разрабатываемого шахтного поля. Например, минерализация вод Батуринской шахты сравнительно небольшая — 1—2 г/л (рис. 24). Объясняется это тем, что шахта расположена недалеко от западного борта грабена, где за счет подпитки пресными водами палеозойских пород и палеогеново-меловых отложений отмечается повышенная циркуляция подземных вод угленосных отложений. Кроме того, вблизи шахтного поля проходит довольно крупный меридиональный тектонический разлом, отличающийся повышенной водообильностью и пресным составом вод. Аналогичное объяснение применимо и в отношении шахт «Восточная» и «Куллярская». Первая находится недалеко от восточного борта грабена, вторая расположена у

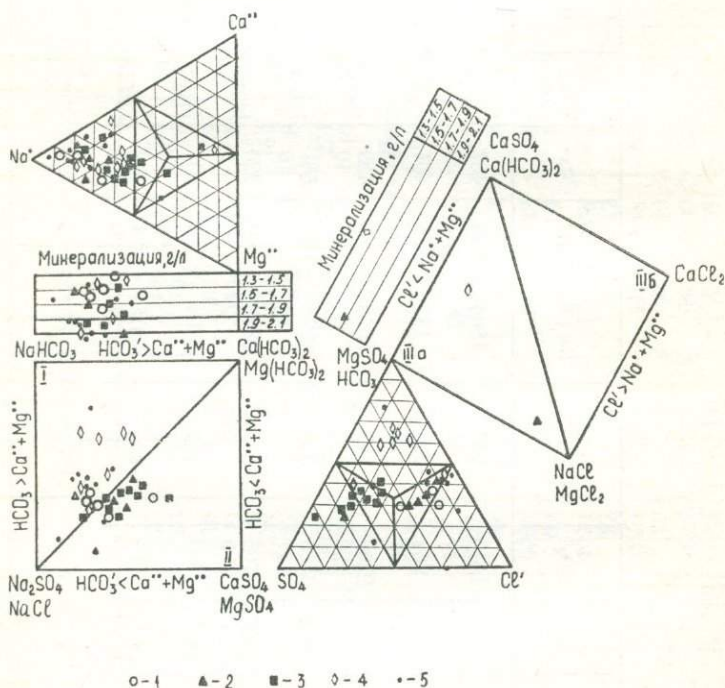


Рис. 24. График химического состава шахтных вод с общей минерализацией 1—2 г/л. Шахты:

1 — Батуринская; 2 — Октябрьская; 3 — Калачевская; 4 — Восточная; 5 — Куллярская

западного борта депрессии. Относительно невысокой минерализацией (1—2 г/л) характеризуется также шахта «Октябрьская». Несомненно, воды опресняются здесь в основном за счет вод тектонического разлома, проходящего через шахтное поле.

Что касается других шахт, работающих на горизонтах, более глубоких, то высокая минерализация вод (более 3—4 г/л) тут обуславливается вскрытием застойных вод, обладающих значительной минерализацией (на глубинах свыше 300 м). Кроме того, установлено, что шахты, воды которых имеют повышенную минерализацию, расположены в большинстве в закрытых геологических структурах, связь которых с атмосферой затруднена.

Приведем краткое описание химического состава шахтных вод. Прежде всего отметим, что в целом по бассейну состав их весьма разнообразный: от хлоридного класса, преобладающего над другими, до сульфатного и гидрокарбонатного. Очень разнообразны шахтные воды и по катионному составу. Здесь распространены самые различные группы и типы. Подметить какую-то закономерность в их расположении трудно, особенно в водах с небольшой минерализацией. Можно лишь сказать, что в составе всех шахтных вод преобладает катион-натрий, реже встречаются катион-кальций и катион-магний.

Химический состав вод с минерализацией 1—2 г/л по каждой шахте различный. Поэтому сгруппировать шахты в отдельные классы, группы или типы по составу воды невозможно. На основании большинства анализов можно лишь сказать, что воды шахт «Батуринская», «Куллярская» и «Восточная» относятся в основном к хлоридному классу, группе натрия, первому и второму типам (табл. 30). При этом здесь же встречаются воды гидрокарбонатного класса группы магния и сульфатного класса группы натрия.

Воды шахты «Октябрьская» в основном относятся к сульфатному классу натриевой группы, ко второму типу, реже к гидрокарбонатному классу натриевой и магниевой групп с подразделением на различные типы — первый, второй и третий «а».

Состав большинства вод шахты «Калачевская» гидрокарбонатный натриевый, реже хлоридный и сульфатный также натриевой группы первого типа. Здесь же встречаются смешанные воды типа C_{IIIa}^{CaMg} .

Шахтные воды с минерализацией 2—3 г/л также отличаются пестрым составом, но по отдельным шахтам более однообразным (рис. 25). Так воды шахты «Северная» относятся к хлоридному классу группы натрия, второму и третьему типам, шахт «Красносельская» и «Коркинская» в основном к гидрокарбонатному классу натриевой группы первого типа.

Почти однообразны по своему составу шахтные воды с высокой минерализацией (5—13 г/л) вида Cl_{II}^{Na} и Cl_{IIIa}^{Na} которые относятся к хлоридному классу натриевой группы второго и третьего типа (рис. 26). Воды с минерализацией 3—4 г/л имеют более пестрый химический состав. Здесь имеются хлоридные воды, реже гидрокарбонатные и сульфатные с преобладанием катиона натрия состава:

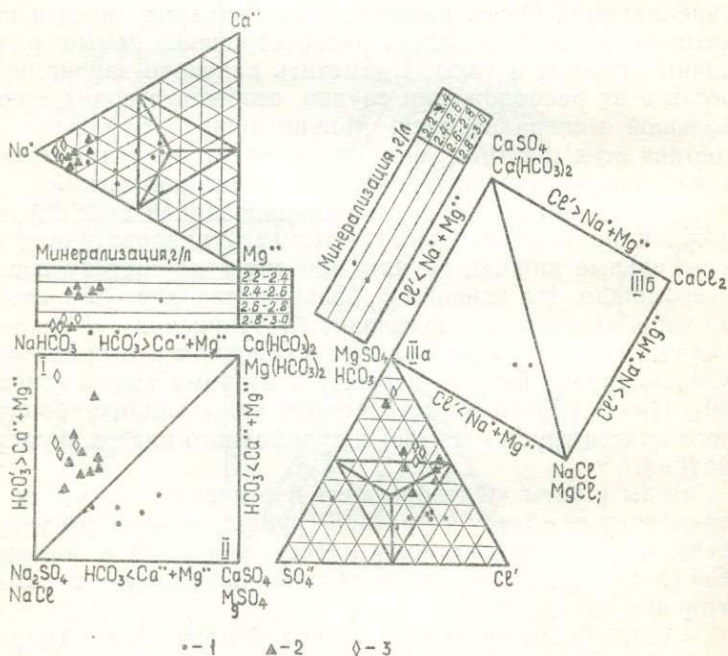


Рис. 25. График химического состава шахтных вод с общей минерализацией 2—3 г/л. Шахты:

1 — Северная; 2 — Красносельская; 3 — Коркинская

Если сопоставить соотношение отдельных ионов от степени минерализации, то нетрудно заметить, что отношение $\frac{rSO_4''}{rCl'}$ в водах с небольшой минерализацией (1—3 г/л) имеет большие колебания: от 0,5 до 2,8. Эти же соотношения в водах с более высокой минерализацией колеблются только в пределах 0,1—0,5 (рис. 28, 29, 30). Отношение $\frac{rCl'}{rNa'}$ быстро нарастает с увеличением минерализации до 2,0. По другим соотношениям отдельно взятых катионов также отмечается их быстрый рост с увеличением минерализации в слабоминерализованных водах и сравнительно незначительный рост в соленоватых.

В таблице 34 приведен химический состав карьерных вод Челябинского бассейна.

Содержание микрокомпонентов в шахтных водах Челябинского бассейна охарактеризовано данными табл. 35.

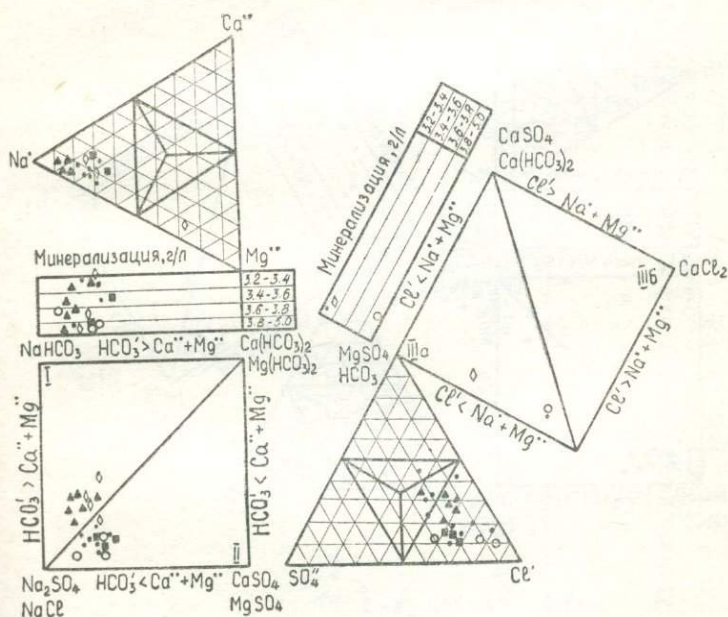


Рис. 26. График химического состава шахтных вод с общей минерализацией 5—13 г/л. Шахты:

1 — Капитальная; 2 — «Красная горячка»; 3 — Еманжелинская

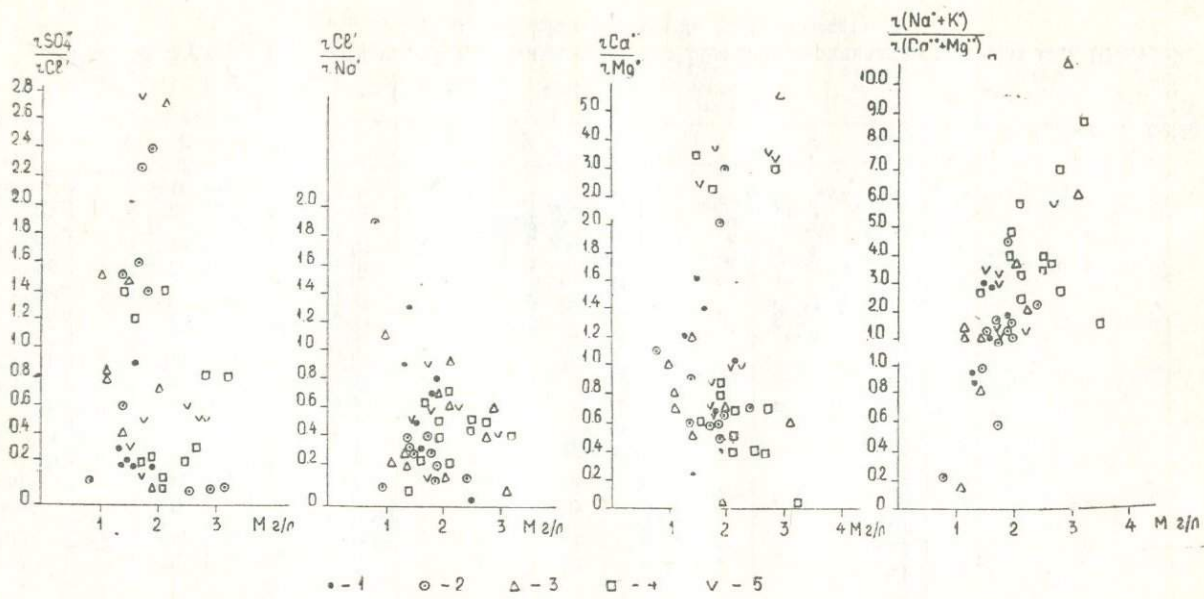


Рис. 28. Зависимость соотношений отдельных ионов от общей минерализации шахтных вод. Шахты: 1 — Батуринская; 2 — Октябрьская; 3 — Калачевская; 4 — Куллярская; 5 — Восточная

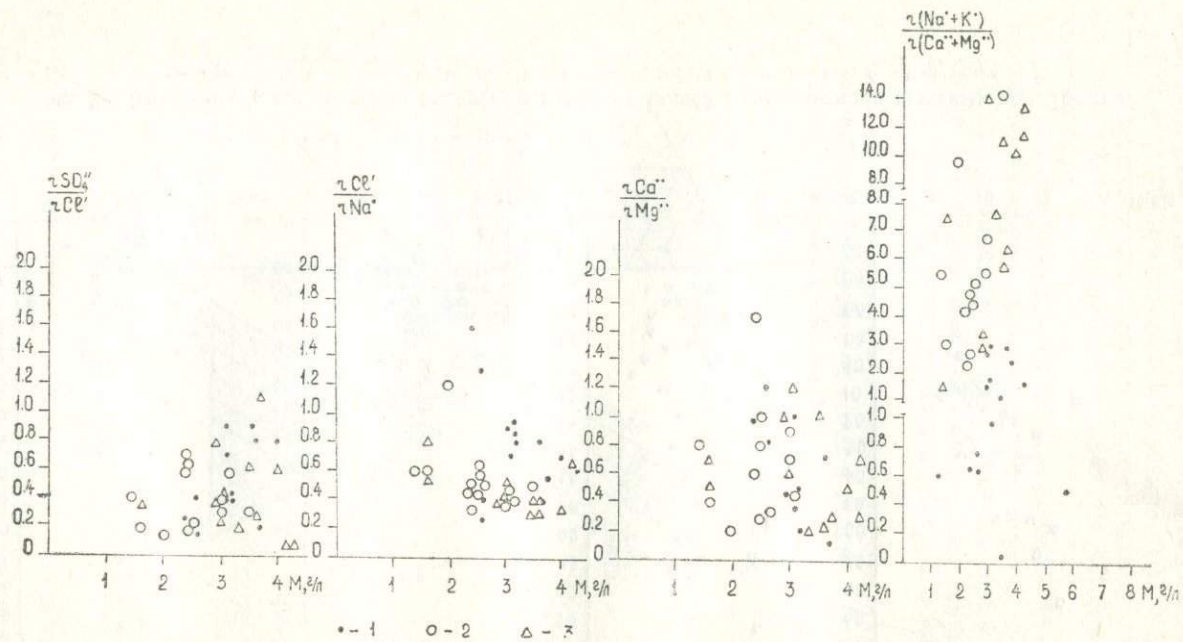


Рис. 29. Зависимость соотношений отдельных ионов от общей минерализации шахтных вод. Шахты: 1 — Северная; 2 — Красносельская; 3 — Коркинская

Химический состав карьерных вод (в мг/л, мг/экв %)

Дата отбора	Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ ' + CO ₃ "	Na'+K'	Mg"	Ca"	Сумма ионов, мг/л	pH	Жесткость общая, мг/экв	Fe общее	Нефте-продукты	Индекс химического состава
Разрез 1-2												
1975 г., июнь	690 48	735 35	513 17	844 86	50 9	48 5	2880	9,1	6,5	0,5	106,0	Cl _I Na
1975 г., июнь	744 45	841 37	519 18	929 84	56 10	40 6	3129	9,0	6,6	0,5	38,4	Cl _I Na
1975 г., март	811 50	640 28	604 22	929 76	60 10	120 14	3164	8,5	10,9	1,0	2,4	Cl _{II} Na
1975 г., март	709 45	725 33	610 22	782 75	36 7	162 18	3024	8,5	11,1	1,0	2,4	Cl _{II} Na
Разрез 7												
1975 г., июнь	507 45	556 36	384 19	274 37	75 19	283 44	2079	8,6	20,3	0,4	222,4	Cl _{IIIa} Ca
1975 г., март	580 45	677 40	330 15	287 35	113 25	283 40	2270	8,2	23,4	1,0	1,2	Cl _{IIIa} Ca
Вскрышной разрез												
1975 г., март	247 37	426 47	189 16	172 39	79 35	100 26	1213	8,2	11,5	1,0	22,8	S _{II} Na
1975 г., июнь	174 32	258 37	281 31	99 29	58 32	116 39	986	8,6	10,6	0,2	94,0	S _{IIIa} Ca

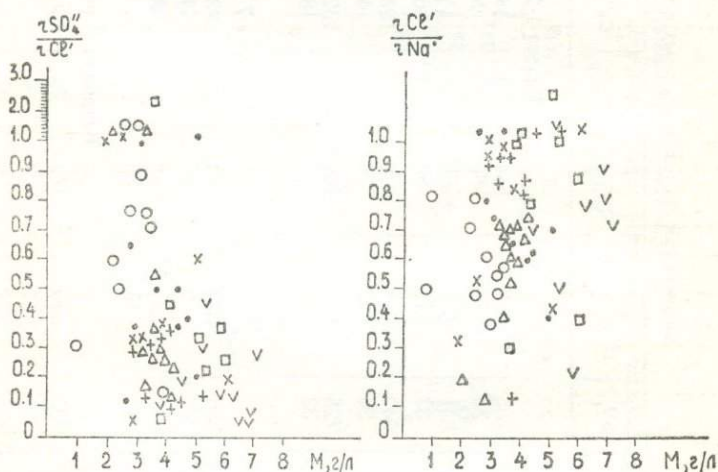
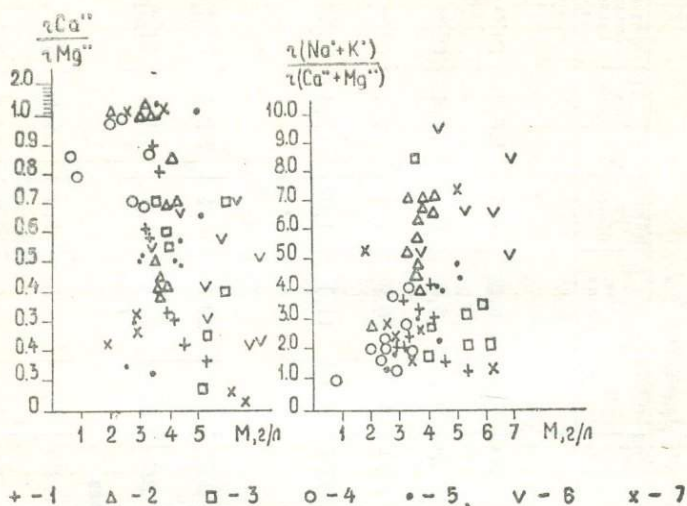
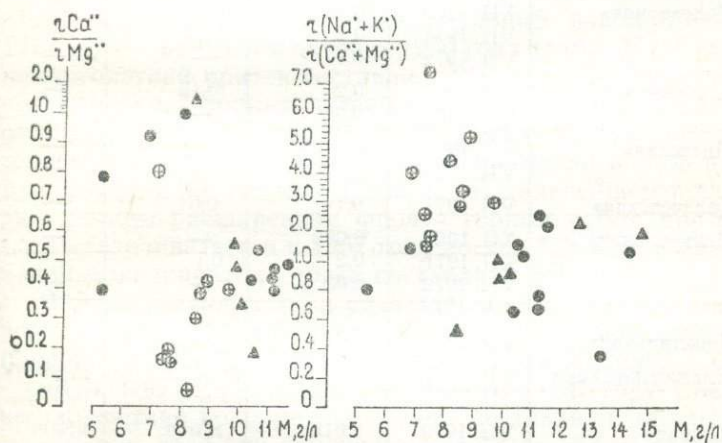
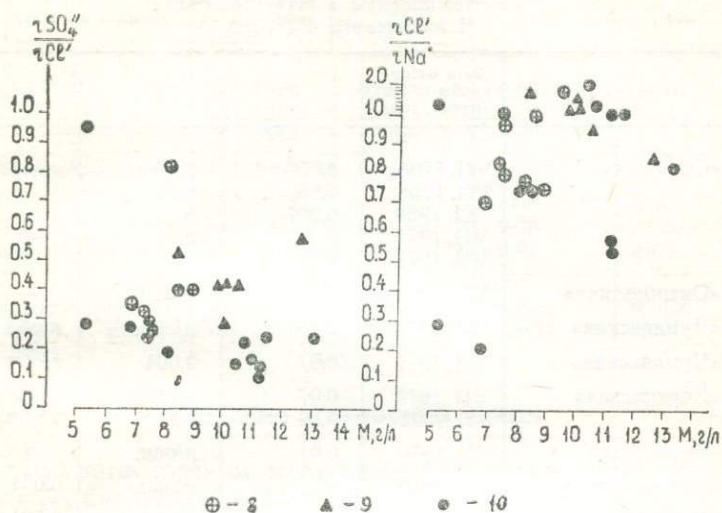


Рис. 30. Зависимость соотношений отдельных ионов
 1 — Комсомольская; 2 — Чумлякская; 3 — Южная; 4 — Глубокая; 5 — Цент
 желинская;



от общей минерализации шахтных вод. Шахты:
 6 — Капитальная; 7 — Миасская; 8 — «Красная горнячка»; 9 — Еман-
 10 — Подозерная

Микрокомпоненты в шахтных водах
Челябинского бассейна

Название шахты	Дата отбора пробы воды, (месяц, год)	Zn	Pb	As
«Северная»	VII. 1968	0,05	0,07	—
	VII. 1968	0,08	0,06	—
	XI. 1968	0,007	0,03	—
	VII. 1971	0,22	0,11	—
	VII. 1972	0,06	—	—
«Октябрьская»	XII. 1969	0,02	н/обн.	—
«Чумлякская»	VII. 1970	0,09	н/обн.	н/обн.
«Чумлякская»	VII. 1971	0,07	0,004	н/обн.
«Коркинская»	VII. 1970	0,07	н/обн.	0,002
	VII. 1971	0,04	0,01	н/обн.
«Восточная»	VII. 1970	0,01	н/обн.	н/обн.
«Батуринская»	XII. 1969	н/обн.	н/обн.	0,001
«Куллярская»	VII. 1970	0,02	н/обн.	0,001
	VII. 1971	0,14	н/обн.	н/обн.
«Подозерная»	XII. 1969	0,002	—	—
	VII. 1971	0,2	0,13	—
	VII. 1972	0,17	—	—
«Глубокая»	VII. 1971	0,2	0,16	—
	VII. 1972	0,07	—	—
«Миасская»	VII. 1971	0,25	0,12	—
	VII. 1972	0,12	—	—
«Калачевская»	VII. 1971	0,14	0,01	—
«Центральная»	XII. 1969	0,003	—	—
	XII. 1971	0,2	0,1	—
	VII. 1972	0,02	—	—
	IV. 1973	—	—	0,02
«Капитальная»	VII. 1971	0,04	—	—
«Еманжелинская»	VII. 1970	0,02	н/обн.	н/обн.
	III. 1973	—	—	0,0004
«Южная»	VII. 1970	0,016	н/обн.	н/обн.
	III. 1973	—	—	0,025
«Пригородная»	VII. 1970	0,12	н/обн.	0,001
	VII. 1971	0,04	н/обн.	н/обн.
«Красная горяч- ка»	XII. 1969	0,05	н/обн.	—
	VII. 1971	0,06	0,1	н/обн.
	VII. 1972	0,06	—	—

Название шахты	Дата отбора пробы воды, (месяц, год)	Zn	Pb	As
Шахта № 47	VII. 1968	0,06	0,07	—
	VII. 1968	0,007	0,07	—
	VII. 1968	н/обн.	0,07	—
«Комсомольская»	XII. 1969	0,005	н/обн.	—
Обогатительная фабрика, г. Ко- пейск	XII. 1969	н/обн.	—	0,003
	VII. 1971	0,4	0,06	н/обн.
	VII. 1971	0,15	0,02	н/обн.
	VII. 1972	0,05	—	—
Обогатительная фабрика, г. Еман- желинск	VII. 1970	0,01	н/обн.	н/обн.
	VII. 1970	0,01	н/обн.	0,001

СЕРОВСКИЙ УГЛЕНОСНЫЙ РАЙОН

На Богословском месторождении уголь добывается на двух разрезах — «Центральном» и «Южном».

Разрез «Центральный» вступил в эксплуатацию в 1935 году. Среднегодовые водопритоки здесь изменяются от 43 м³/ч до 544 м³/ч. Максимальный водоприток — 1313 м³/ч — отмечен в октябре 1950 года (табл. 36). Средне-многолетний приток составляет 260 м³/ч. До 1952 года водопритоки в горные выработки достигали в среднем около 400 м³/ч. Когда была создана сеть водопонижительных скважин, они сократились примерно в 7—8 раз и составляли 43—78 м³/ч (1956 г.). В дальнейшем в связи с резким расширением фронта горных работ приток стал увеличиваться и к 1957 году достиг 422 м³/ч. Максимальные водопритоки тогда составляли 590 м³/ч.

В период эксплуатации разреза наблюдались прорывы воды в шахты из девонских известняков. Максимальный прорыв — 3500 м³/ч был зафиксирован в 1945 году.

«Южный» разрез начал действовать в 1945 году. Средне-многолетние водопритоки в него составляют 180 м³/ч, а в течение года они изменяются от 14 до 527 м³/ч. Максимальный водоприток отмечен в 1950 году (табл. 36). В 1953—1962 годах, благодаря вводу в эксплуатацию водопонижительных скважин, притоки в карьер резко сократились — до 14—60 м³/ч. С 1963 года они стали увеличиваться и достигли к 1969 году 338 м³/ч. Это — результат

Притоки воды и коэффициенты водообильности
по «Южному» и «Центральному» разрезам
Богословского месторождения

Годы	«Южный» разрез				«Центральный» разрез			
	водоприток, м ³ /ч			коэффициент водообильности, м ³ /т	водоприток, м ³ /ч			коэффициент водообильности, м ³ /т
	средне-годовой	максимальн.	минимальн.		средне-годовой	максимальн.	минимальн.	
1949	380	530	189	—	398	565	232	—
1950	—	1190	349	—	—	1313	394	—
1951	527	766	427	—	544	763	446	—
1952	310	545	135	—	306	534	102	1,25
1953	48	78	27	2,3	44	79	25	1,0
1954	23	31	12	1,65	43	66	30	1,05
1955	15	50	4	1,4	78	150	38	1,6
1956	14	39	4	1,7	266	459	115	2,6
1957	24	70	16	1,8	422	590	260	1,85
1958	53	80	25	2,3	364	435	280	1,2
1959	54	68	20	0,7	245	280	200	1,4
1960	44	90	20	0,4	237	300	160	1,3
1961	40	90	30	0,6	235	280	200	1,2
1962	60	150	20	1,0	270	340	200	1,0
1963	112	230	35	1,0	249	330	130	—
1964	225	230	170	—	198	230	140	—
1965	233	250	230	1,1	225	250	186	1,2
1966	206	240	160	0,9	246	310	130	1,3
1967	217	280	170	1,1	246	580	130	1,2
1968	297	350	240	1,4	268	325	240	1,4
1969	338	370	276	—	354	505	250	2,4

перевода горных работ на новые, более глубокие горизонты. За время эксплуатации прорывов воды в горные выработки не отмечалось.

В разное время в угленосных отложениях месторождения пробурили почти 120 водопонизительных скважин. Суммарный их дебит составляет в среднем 200 м³/ч.

Анализ материалов, характеризующих водоотлив в период 1960—1972 годов, показывает, что в пределах разреза «Южный» суммарные среднегодовые дебиты водоотлива из водоносного горизонта известняков западного борта находились в пределах от 195 до 526 м³/ч, а дебиты водопонизительных скважин, оборудованных в водоносных горизонтах угленосной толщи, изменялись от 22 до 88 м³/ч (рис. 31).

Связь вод известняков с водами угленосной толщи за-

медленная. Водопонижительные скважины, оборудованные в угольном и подугольном водоносных горизонтах, обычно малодебитные (5—40 м³/ч) и создают локальные, очень крутые воронки депрессии. В связи с этим эффект водопонижения в угленосных отложениях различными скважинами небольшой.

Учитывая среднеголетние данные, ожидаемые нормальные среднегодовые притоки воды в разрез «Южный» в условиях действующего вертикального дренажа девонского водоносного горизонта не превысят, вероятно, 300 м³/ч, а максимальные среднегодовые — 450 м³/ч. По

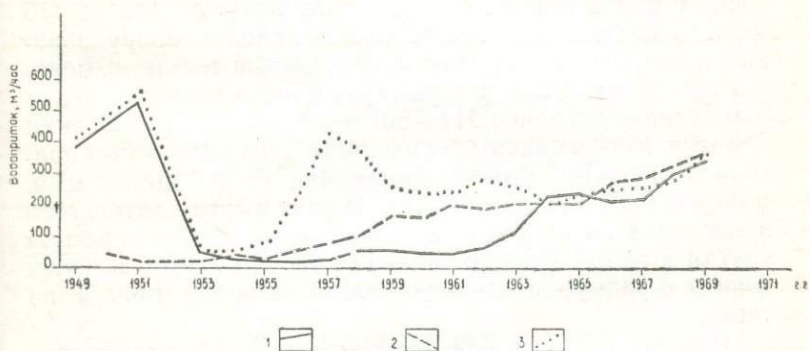


Рис. 31. Среднегодовые притоки воды в разрезы Богословского и Веселовского месторождений, м³/ч:

1 — Южный разрез Богословского месторождения; 2 — Центральный разрез богословского месторождения; 3 — Веселовский разрез

разрезу «Центральный» ожидаемые среднегодовые притоки на перспективу отработки не будут выше 280 м³/ч, а максимальные среднегодовые — 500 м³/ч. Добыча угля на Волчанском месторождении осуществляется двумя разрезами: № 2 на севере и № 3—4 на юге. Откачиваемые из них воды сбрасываются в реки Большая и Малая Волчанки.

Разрез № 2 эксплуатируется с 1954 года. Первоначально он осушался поверхностным способом из забойных шурфов и шахтным. Притоки с 1948 года по 1957 год составляли 250—280 м³/ч. Поскольку шахтный способ не обеспечивал полного осушения угольных пластов, возникла необходимость в глубоком искусственном водопонижении.

С началом работы водопонижительных скважин поверхностный водоотлив стал ненужным. Действующая в настоящее время система таких скважин обеспечивает нормальную деятельность разреза. Длительная эксплуатация скважин позволила значительно снизить напоры подземных вод как в угленосных отложениях, так и в известняках восточного борта. Сейчас полностью осушены четвертичный водоносный горизонт и горизонты мезозойского комплекса: верхний угленосный и промежуточный.

В пределах площади разреза суммарные среднегодовые притоки из водоносного горизонта известняков восточного борта составляли по водоотливу от 145 до 315 м³/ч. Дебиты водопонижительных скважин, оборудованных в водоносных горизонтах угленосной толщи, изменялись от 72 до 321 м³/ч. Суммарный среднегодовой объем водоотлива был равен 217—507 м³/ч при среднем значении 370 м³/ч. Максимальные суммарные среднемесячные притоки в 1965—1973 годах составляли от 317 до 538 м³/ч, минимальные — 155—269 м³/ч. В результате длительного водоотлива на площади месторождения создана весьма крутая в разрезе депрессионная воронка асимметричной формы с радиусом влияния 1900 м на юг и 1400 м на север.

Разрез № 3—4 эксплуатируется с 1955 года. Среднегодовой приток с учетом водопонижительных скважин здесь составляет 400 м³/ч. Прогнозные водопитоки рассчитывались аналитическим методом В. В. Свешниковой (1970 г.). Согласно расчетам, прогноз на полное развитие горных работ составит 500 м³/ч. Общий среднегодовой приток подземных вод за период эксплуатации месторождения, по данным З. С. Бердниковой, изменялся от 649 до 1434 м³/ч и составлял в среднем 1030 м³/ч.

Однообразные гидрогеологические условия бурогольных месторождений обуславливают однотипность в химии шахтных (карьерных) вод. Более детально химический состав шахтных вод изучен по Богословскому месторождению. Шахтные воды «Южного» разреза относятся к гидрокарбонатному классу, к кальциевой и магниевой группам второго типа (табл. 37). Общая минерализация заметно изменяется по временам года, увеличиваясь зимой и уменьшаясь в весенне-летний период. Сумма ионов в воде колеблется от 0,23 до 1,0 г/л, реже до 1,18 г/л.

Химический состав шахтных вод Богословского
и Веселовского месторождений, мг/л, мг/экв %

Дата отбора проб	Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ ' + CO ₃ "	Na'+K'	Mg''	Ca''	Сумма ионов	pH	Жесткость общая, мг/экв	Fe общее	Индекс химического состава	
Разрез «Южный» Богословского месторождения												
195	1958, февраль	21 4	240 38	458 58	48 16	13 8	198 76	978	7,6	11,0	0,3	C _{II} ^{Ca}
	1958, май	14 5	125 33	293 62	16 9	52 55	55 35	555	7,5	7,1	0,3	C _{II} ^{Mg}
	1959, январь	18 3	336 44	506 53	44 12	71 37	162 51	1137	7,2	13,9	0,1	C _{II} ^{Ca}
	1959, апрель	18 15	38 24	122 61	18 24	23 58	12 18	231	7,9	2,5	—	C _{II} ^{Mg}
	1959, июнь	7 4	24 11	244 85	2 2	45 79	18 19	340	7,9	4,6	—	C _{II} ^{Mg}
	1960, январь	21 5	216 40	378 55	83 32	45 33	80 35	823	7,3	7,7	—	C _{II} ^{Ca}
	1960, февраль	21 4	269 34	635 62	34 9	120 60	104 31	1183	6,9	26,1	—	C _{II} ^{Mg}
	1960, май	11 10	14 10	146 80	2 3	19 53	26 44	218	8,0	2,9	—	C _{II} ^{Mg}

Дата отбора проб	Cl ⁻	SO ₄ ^{''}	HCO ₃ ['] + CO ₃ ^{''}	Na ⁺ + K ⁺	Mg ^{''}	Ca ^{''}	Сумма ионов	pH	Жесткость общая, мг/экв	Fe общее	Индекс химического состава
Веселовское месторождение											
1958, октябрь	11	107	146	14	17	58	353	7,0	4,3	—	C _{II} ^{Ca}
1959, июнь	7	45	49	12	30	58	328	6,6	3,5	—	C _{II} ^{Ca}
1960, август	5	33	208	18	13	49	302	7,4	3,9	—	C _I ^{Ca}
	4	16	79	2)	26	54					
	4	12	22)	1	19	43					
	3	5	92	0	41	59					

Химический состав шахтных вод «Центрального» разреза этого же месторождения аналогичен водам «Южного» разреза. Можно лишь отметить, что согласно имеющимся анализам, общая минерализация по разрезу в целом несколько выше.

Шахтные воды Волчанского и Веселовского месторождений также относятся в основном к пресным водам гидрокарбонатного кальциевого состава (рис. 32). Сумма ионов колеблется от 0,4 до 0,8 г/л, реже до 1,5 г/л. Минерализация шахтных вод Веселовского месторождения ниже и составляет 0,2—0,3 г/л.

В общем по Серовскому угленосному району можно отметить, что в таких депрессиях, как Богословская и Волчанская, где водоносные породы верхних горизонтов непосредственно дренируются речной сетью, минерализация подземных вод небольшая — порядка 0,25—0,60 г/л и состав их гидрокарбонатный кальциево-магниевый.

Минерализация шахтных вод из продуктивных отложений глубоких горизонтов (ниже 100—150 м), в сравнении с верхними

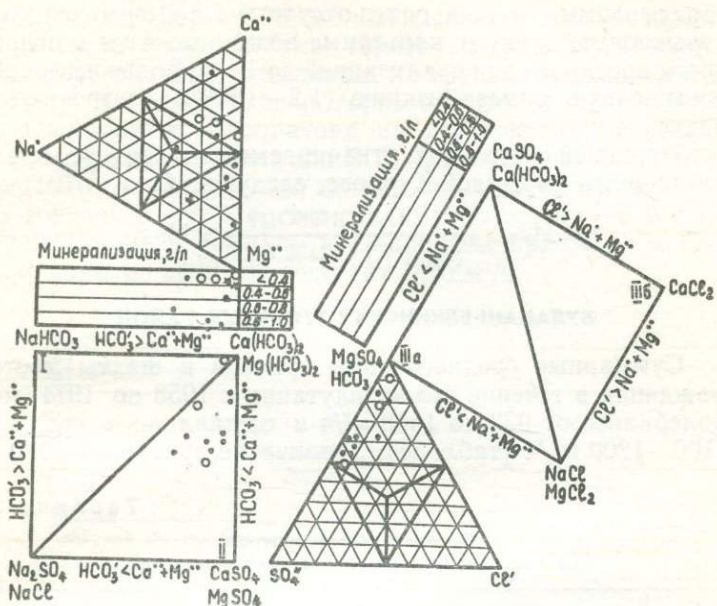


Рис. 32. График химического состава шахтных вод Богословского и Веселовского месторождений:

1 — Богословское месторождение; 2 — Веселовское месторождение

горизонтами, обычно более повышенная. В нарушенных условиях, при вскрытии водоносных горизонтов шахтами и карьерами, минерализация этих вод заметно увеличивается.

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ БУРОУГОЛЬНЫЙ БАСЕЙН

Этот бассейн разрабатывается с 1952 года пока только одним разрезом — Кумертаусским. Сейчас глубина его составляет 90—110 м, длина с севера на юг — 2,4 км, ширина — 1,8 м.

Среднегодовой приток в разрез, учитывая весь период его эксплуатации, достигал 160 м³/ч, колебание притока — от 137 до 256 м³/ч. Коэффициент водообильности с 1967 по 1969 год изменялся от 0,18 до 0,24 м³/т. Осуществление дренажных мероприятий позволило снизить в разрезе фактически наблюдаемые водоприток.

Ныне здесь работает лишь один карьер — Кумертаусский. Сведения относительно химического состава вод,

сбрасываемых отсюда, почти отсутствуют. По имеющимся отрывочным данным, карьерные воды относятся в основном к пресным с минерализацией до 1 г/л. Воды, имеющие повышенную минерализацию (1,2—1,5 г/л), встречаются редко.

Типичный состав вод, откачиваемых из карьера, представлен формулой Курлова, следующий:

$$M_{0,7-1,2} \frac{HCO_3 63C119SO_4 18}{[Na + K] 48Ca32Mg20} pH6.$$

БУЛАНАШ-ЕЛКИНСКИЙ УГОЛЬНЫЙ РАЙОН

Суммарные среднегодовые притоки в шахты месторождения в течение его эксплуатации с 1958 по 1971 год колебались от 923 до 1568 м³/ч и составляли в среднем 1100—1200 м³/ч (табл. 38). Увеличение притоков в 1970—

Таблица 38

Среднегодовые притоки по шахтам Буланашского месторождения

Годы	Название шахтных полей			Годы	Название шахтных полей					
	Буланаш 1-2		Б-5		Буланаш-2/5		Буланаш-3		Буланаш-4	
	м ³ /ч	К			м ³ /ч	К	м ³ /ч	К	м ³ /ч	К
1942	141	88,0	—	1957	783	18,0	225	17,7	189	6,7
1943	252	73,5	—	1958	627	16,1	185	11,0	111	3,5
1944	339	66,7	—	1959	639	16,4	190	9,2	120	3,3
1945	342	41,6	—	1960	627	15,8	257	10,3	188	4,8
1946	441	61,7	59	1961	692	20,2	227	6,6	256	7,7
1947	544	56,2	171	1962	720	22,1	273	7,5	220	6,3
1948	461	41,6	269	1963	853	28,6	260	6,9	249	6,8
1949	475	37,9	280	1964	740	25,1	280	7,8	189	5,0
1950	494	30,4	544	1965	747	25,1	256	6,9	252	6,6
1951	462	25,7	294	1966	605	19,5	278	7,6	229	5,7
1952	320	15,4	416	1967	523	16,7	255	7,4	216	5,8
1953	378	16,9	250	1968	558	17,4	258	7,0	204	5,3
1954	334	15,5	258	1969	546	17,3	242	6,8	184	4,8
1955	380	16,8	—	1970	898	29,9	305	8,5	256	5,9
1956	375	18,8	—	1971	930	29,9	345	9,0	293	6,7

К — коэффициент водообильности.
Среднегоголетние притоки воды по шахте Б-2-5 — 615 м³/ч,
Б-4 — 224 м³/ч,
Б-3 — 253 м³/ч.

1971 годах до 1859—1968 м³/ч объясняется тем, что шахты перешли на более глубокие горизонты (рис. 33). В настоящее время уголь добывается на горизонтах 265—300 м (шахты Б-2-5 и Б-4) и на горизонте 189 м (шахта Б-3).

Ожидаемые водопритоки на перспективу отработки месторождения рассчитали В. В. Бирюков и В. Н. Лаврова (1970 г.). Согласно их данным, притоки по шахте Б-2-5 на горизонте 430 м составят 1140 м³/ч, по шахте Б-4 на горизонте 400 м — 331 м³/ч. Общий водоприток по месторождению на 2000 год составит 1833 м³/ч.

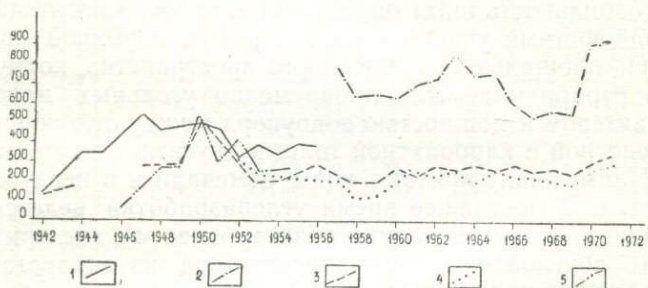


Рис. 33. Среднегодовые притоки воды в шахты Буланашского месторождения, м³/ч:

1 — Буланаш 1/2 (Б-1-2); 2 — Буланаш 2/5 (Б-2-5); 3 — Буланаш-3 (Б-3); 4 — Буланаш-4 (Б-4); 5 — Буланаш-5 (Б-5)

Минерализация откачиваемых шахтных вод небольшая. Колебание ее наблюдается от 0,4 до 0,8 г/л. Вода с повышенной минерализацией — до 1,3—1,4 г/л — явление редкое. Воды месторождения относятся к гидрокарбонатному классу кальциевой группы, к первому типу. С глубиной разработки заметно увеличивается общая минерализация откачиваемых шахтных вод.

КИЗЕЛОВСКИЙ КАМЕННОУГОЛЬНЫЙ БАСЕЙН

Шахты бассейна — одни из наиболее обводненных в СССР. Главной специфической особенностью шахтной гидрогеологии бассейна является наличие над угленосным горизонтом двух сильно обводненных верхней и средней карбонатных толщ, разделенных водоупорной пачкой отложений нижней части московского яруса. Основную роль в обводнении горных выработок играют трещинно-карстовые воды средней карбонатной толщи.

Выработки верхних горизонтов шахт бассейна дренируются нижними горизонтами, иногда до полного осушения. В эти участки проникают лишь динамические ресурсы подземных вод, периодически возникающих. Их величина и характер зависят от величины и характера выпадения атмосферных осадков. С переходом работ на нижние горизонты суммарный приток в шахты увеличивается обычно на 200—350 м³/ч.

Горные выработки бассейна находятся в различных условиях. Водопритоки в них изменяются в пределах, весьма значительных: от 20—80 м³/ч до 2500—3000 м³/ч. Водообильность шахт определяется гидрогеологическими особенностями участков горных работ, глубиной разработки, площадью выработанного пространства, количеством обрабатываемых одновременно угольных пластов, характером и мощностью водоупора между отложениями угленосной и карбонатной толщ и другими факторами.

Наименьшие притоки воды отмечались в неглубоких шахтах. В настоящее время углеразработка ведется на больших глубинах (порядка 900 и более м), где притоки воды обусловлены поступлением вод из закарстованных карбонатных отложений надугольной толщ. Разработка месторождения с обрушением кровли вызывает резкие увеличения водопритокков из средней карбонатной толщ. Размеры притоков по отдельным шахтам бассейна колеблются от 151 до 1696 м³/ч (табл. 39).

Общий среднегодовой приток по 25 действующим шахтам бассейна за 1971 год, по данным Н. И. Кононенко (1974 г.), составлял 14,0 тыс. м³/ч. Наиболее обводненными являются шахты Главной Кизеловской антиклинали. Так, среднемноголетние водопритоки по шахте № 6 «Капитальная» равны 1696 м³/ч, по шахте им. Ленина — 1252 м³/ч, по шахте № 2 «Капитальная» — 1050 м³/ч.

Значительно меньшими величинами водопритокков характеризуются шахты другой крупной структуры — Коспашско-Полуденской синклинали. Среднемноголетние притоки здесь не превышают обычно 600—700 м³/ч.

Среднемноголетние водопритоки шахт Гремячинской синклинали составляют 200—300 м³/ч (шахты № 62 «Капитальная», № 71 «Восточная» и др.).

Об обводненности шахт Кизеловского бассейна дают представление величины коэффициента водообильности, который изменяется в широких пределах: от 1,09 до

**Среднегодовые притоки по некоторым шахтам
Кизеловского каменноугольного бассейна
за многолетний период наблюдений**

8 Зак. 384

201

Название шахт, год ввода в эксплуатацию и год отработки	Притоки воды в м ³ /час и коэффициент водообильности по шахтам, отработывающим запасы в 1990 году															средне- много- летний приток
	годы															
	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1965	1967	1968	1969	
№ 41 (1952—1990)	<u>540</u> 27,8	<u>545</u> 18,0	<u>426</u> 8,7	<u>368</u> 7,2	<u>290</u> 7,3	<u>283</u> 8,0	<u>296</u> 5,9	<u>243</u> 5,6	<u>254</u> 5,1	<u>232</u> 5,1	<u>338</u> 6,4	<u>328</u> 6,4	<u>338</u> 6,4	<u>360</u> 6,4	<u>411</u> 7,7	348
№ 42 (1948—1990)	<u>130</u> 7,6	<u>121</u> 8,1	<u>134</u> 7,5	<u>260</u> 13,1	<u>210</u> 9,2	<u>197</u> 8,4	<u>231</u> 10,8	<u>266</u> 16,8	<u>300</u> 24,0	<u>265</u> 22,8	<u>310</u> 34,3	<u>244</u> 26,5	<u>232</u> 23,7	<u>218</u> 17,8	<u>274</u> 24,2	197
№ 33 «Капитальная» (1945—1990)	<u>550</u> —	<u>720</u> —	<u>970</u> —	<u>872</u> —	<u>871</u> —	<u>854</u> —	<u>1000</u> —	<u>1040</u> —	<u>995</u> —	<u>910</u> 12,0	<u>1006</u> 10,3	<u>1114</u> —	<u>1159</u> 17,3	<u>1119</u> 17,7	<u>1117</u> 17,6	681
№ 6 «Капитальная» (1942—1990)	<u>2199</u> 27,2	<u>1981</u> 28,7	<u>1900</u> 28,8	<u>1929</u> 30,4	<u>1874</u> 30,0	<u>1824</u> 30,0	<u>1839</u> 29,2	<u>1657</u> 26,4	<u>1682</u> 27,3	<u>1881</u> 34,6	<u>1966</u> 32,8	<u>1977</u> 32,9	<u>2118</u> 33,2	<u>1879</u> 30,5	<u>1857</u> 30,2	1696
«Владимирская» (1954—1990)	—	—	—	<u>75</u> 6,3	<u>76</u> 9,1	<u>85</u> 23,0	<u>130</u> 26,7	<u>131</u> 13,8	<u>143</u> 11,2	<u>178</u> 14,3	<u>168</u> 16,1	<u>164</u> 15,6	<u>172</u> 16,0	<u>184</u> 16,2	<u>191</u> 18,2	141
Им. Ленина (1881—1990)	<u>960</u> 9,0	<u>787</u> 6,8	<u>950</u> 8,0	<u>1160</u> 9,7	<u>1200</u> 11,0	<u>1250</u> 11,2	<u>1230</u> 14,8	<u>1470</u> 18,0	<u>1567</u> 18,2	<u>1360</u> 14,5	<u>1485</u> 16,5	<u>1732</u> 22,0	<u>1450</u> 18,5	<u>1680</u> 23,0	<u>1884</u> 26,0	1252

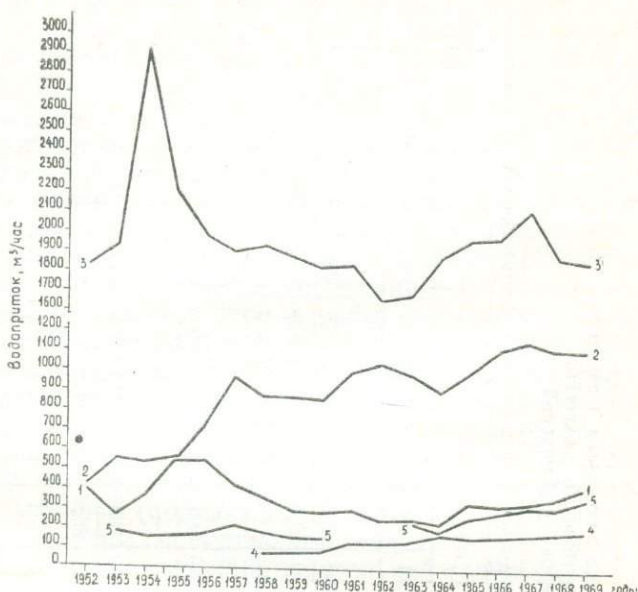
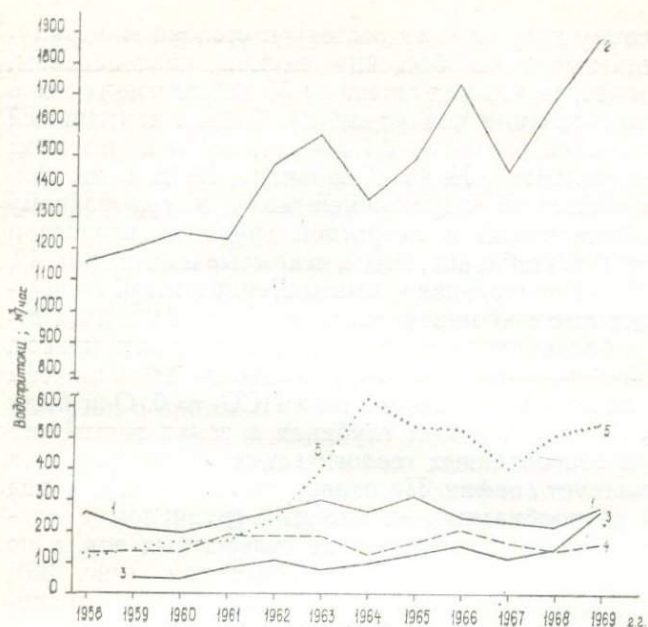


Рис. 34. Среднегодовые притоки воды в шахты
1 — шахта № 42; 2 — шахта им. Ленина; 3 — шахта

36 м³/т и составляет в среднем 10—15 м³/т. Наибольшие коэффициенты водообильности присущи шахтам имени 40-летия ВЛКСМ (4,1—36 м³/т); № 6 «Капитальная» (21,3—34,6 м³/т); имени Ленина (6,8—26 м³/т); имени Крупской (5,2—23,6 м³/т).

В многолетнем разрезе водопритоки по каждой шахте колеблются в значительных пределах (рис. 34). Заметна общая тенденция к увеличению притоков по мере увеличения глубины шахт и роста объема подземных горных выработок. Результатом осуществления водопонизительных мероприятий являются огромные депрессионные воронки, размеры которых достигают 40 км². Расширению депрессионной поверхности по всей площади месторождения препятствуют теригенные некарстующиеся породы, разделяющие обводненные закарстованные толщи, высокое положение границы карстования на междуречных водоразделах, а также развитие воронок от водоотлива соседних рудников. В процессе разработки шахт расши-



Кизеловского каменноугольного бассейна:
«Усьва-3»; 1 — шахта № 71; 5 — шахта «Скальная»

рение депрессионных воронок прекращается, что приводит к стабилизации водопритоков и даже к некоторому их сокращению. Эта стабилизация при подсечении тектонических нарушений в отдельных шахтах нарушается, в результате чего наблюдаются прорывы вод, и водопритоки резко увеличиваются.

Качественное прогнозирование величин водопритоков затрудняют сложные гидрогеологические условия района месторождения. В. В. Свешникова (1970 г.), пользуясь методом аналогии, дала прогноз водопритоков на полное развитие горных выработок. Сходство фактических и прогнозных притоков достаточное. Расхождение только по 12 шахтам (№ 2 и 62 «Капитальная», имени Крупской, «Скальная» и др.) составляют 10—12%. Прогнозируемые водопритоки составят по каждой шахте 680—2100 м³/ч. Что касается прогнозных суммарных водопритоков по 14 шахтам, наиболее перспективным к отработке на 1990 год, то они определились в 10 000 м³/ч.

По своему химическому составу и степени минерализации шахтные воды бассейна весьма разнообразны. Можно отметить, что по каждой из 27 действующих здесь шахт минерализация вод различна. Воды с наименьшей минерализацией (от 0,4 до 0,7 г/л) отмечены по шахтам: № 6 «Капитальная», № 41 «Скальная», № 69 и др. Эти воды относятся к гидрокарбонатному и сульфатному классам, кальциевой и натриевой группам, второго и третьего типов (табл. 40). Воды, вскрытые шахтами № 42, 24—38, 62 «Капитальная», имени Ленина и др. отличаются более высокой минерализацией (1,2—2,9 г/л) и относятся в большинстве случаев к сульфатному классу, натриевой группе, второму типу. Редко по этим шахтам наблюдались воды четвертого типа $\text{HCO}_3 = 0$. Они были вскрыты на значительных глубинах в зонах застойного режима, в обособленных геологических структурах. Как свидетельствует график Посохова, состав шахтных вод бассейна разнообразный, но заметна группировка анализов по аннионам в треугольнике сульфатных вод, а по катионам — в треугольнике натриевых вод (рис. 35). Этот же график показывает, что по большинству анализов шахтные воды относятся ко второму типу и редко к другим типам.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШАХТНЫХ ВОД

Одним из важных резервов водных источников могут стать шахтные сточные воды. Общие ресурсы этих вод по действующим угольным месторождениям Урала составляют сейчас 460176 м³/сут. (с минерализацией до 1 г/л — 307904 м³/сут, с минерализацией — 1—3 г/л — 122776 м³/сут и с минерализацией 3—15 г/л — 29496 м³/сут) — табл. 41. Из этого количества откачиваемых шахтных вод для нужд самих шахт, обогатительных фабрик и частично для полива сельскохозяйственных культур и коллективных садов используется 20—25%. Остальная вода сбрасывается в близрасположенные реки и водоемы и практически в настоящее время не применяется. Объясняется это тем, что такие воды отличаются большим разнообразием химического состава. Они имеют взвешенные механические примеси, часто загрязнены и обычно пред-

ставляют собой смесь подземных вод нескольких водоносных горизонтов, пересекаемых многочисленными горными выработками. Кроме того, эти воды нередко разбавляются поверхностными, проникающими в выработки путем инфильтрации или инфлюации.

Вследствие большого разнообразия в химическом составе шахтных вод, их бактериальной и механической загрязненности, вопрос об использовании таких вод требует тщательного изучения по каждой шахте отдельно взятых угольных бассейнов.

Вместе с тем весьма важным является прогнозирование химического состава и минерализации данных вод на перспективу отработки горных выработок.

Говоря о прогнозе минерализации и химического состава шахтных вод, необходимо отметить следующее. Как показывает многолетний период эксплуатации угольных месторождений Урала, минерализация и химический состав этих вод по мере достижения определенных глубин

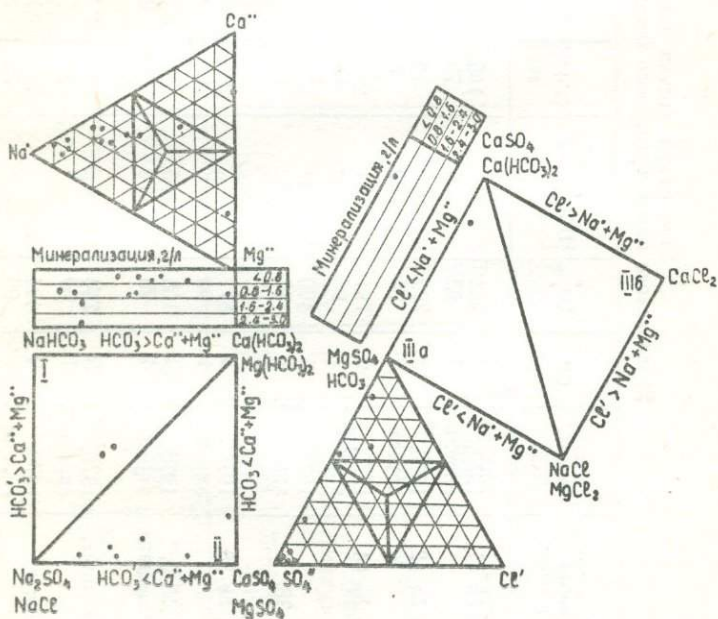


Рис. 35. График химического состава шахтных вод Кизеловского каменноугольного бассейна

Химический состав шахтных вод
Кизеловского каменноугольного бассейна (мг/л, мг/эquiv %)

Название шахт, год начала эксплуатации	Дата отбора проб	Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ ' + CO ₃ "	Na' + K'	Mg"	Ca"	Сумма ионов, мг/л	pH	Жесткость общая, мг/эquiv	Fe общее	Индекс химиче- ского состава
Шахта № 41, 1952	1970, апрель	14	288	18	106	4	36	466	3,7	2,1	88,4	S _{II} ^{Na}
		5	90	5	70	5	25					
Шахта № 42, 1948	1970, апрель	18	772	300	12	197	96	1395	2,8	21,0	67,0	S _{II} ^{Mg}
		3	75	22	3	75	22					
Шахта № 44, 1956	1970, апрель	9	791	31	262	18	86	1197	2,8	5,8	78,2	S _{II} ^{Na}
		1	96	3	66	9	25					
Шахта № 24—38, 1949	1970, апрель	5	460	647	311	29	88	1540	2,8	6,8	62,0	C _I ^{Na}
		1	47	52	67	12	21					
Шахта № 38, 1940	1970, апрель	4	871	0	356	19	21	1271	2,8	2,7	22,3	S _{IV} ^{Na}
		1	99		85	9	6					
Шахта № 6, «Капитальная» 1945	1970, апрель	14	108	136	0	29	122	409	2,8	8,5	197,3	C _{IIIa} ^{Ca}
		4	26	70		28	72					
«Белый спой», 1958	1970, апрель	9	764	0	331	4	28	1135	2,8	1,7	345,4	S _{IV} ^{Na}
		1	99		90	1	9					
«Скальная», 1942	1970, апрель	2	494	0	131	19	62	708	2,8	4,7	104,9	S _V ^{Na}
		1	99		55	15	30					

Название шахт. год начала эксплуатации	Дата отбора проб	Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ ' + CO ₃ "	Na'+K'	Mg"	Ca"	Сумма ионов, мг/л	pH	Жесткость общая, мг/экв	Fe общее	Индекс химиче- ского состава
207 «Шумихин- ская» № 1—2, 1968 № 62 «Капи- тальная», 1943 Шахта № 69, 1945 Шахта им. Ленина, 1881 Шахта им. Ленина, 1881	1970, апрель	42 15	115 30	248 55	108 62	14 15	36 23	563	6,8	3,0	—	C _I ^{Na}
	1970, апрель	4 1	2000 99	2 0	791 82	38 8	84 10	2919	2,8	7,3	150,0	S _{IV} ^{Na}
	1970, апрель	1 0	337 90	46 10	87 48	19 20	50 32	540	4,0	4,1	60,0	S _{II} ^{Na}
	1970, апрель	28 7	516 91	5 2	75 28	34 24	112 48	770	4,3	8,4	28,9	S _{II} ^{Ca}
	1970, апрель	6 1	1202 98	18 1	485 82	17 5	64 13	1792	3,0	4,6	593,8	S _{II} ^{Na}

Общие ресурсы шахтных вод
по угольным месторождениям Урала на 1975 год

Наименование угольных бассейнов и месторождений	Количество выработок	Суммарные фактические притоки воды по шахтам и карьерам, м ³ /сут (числитель), м ³ /год (знаменатель)				Возможное использование
		с минерализацией до 1 г/л	с минерализацией 1—3 г/л	с минерализацией 3—13 г/л	всего	
Челябинский буроугольный бассейн	18 шахт, 3 разреза	—	22776	29496	52272	Для орошения сельскохозяйственных культур и водоснабжения угольных предприятий
		8313240	10766040	19079280		
Серовский угленосный район, Богословское месторождение	2 разреза	9600	—	—	9600	Для хозяйственно-питьевого водоснабжения
		3504000	—	—	3504000	
Веселовское месторождение	1 разрез	4944	—	—	4944	Для хозяйственно-питьевого водоснабжения
		1804560	—	—	1804560	
Волчанское месторождение	2 разреза	24720	—	—	24720	
		9022800	—	—	9022800	
Южноуральский буроугольный бассейн: Кумертауский разрез	1 разрез	3840	—	—	3840	Для хозяйственно-питьевого водоснабжения
		1401600	—	—	1401600	

Наименование угольных бассейнов и месторождений	Количество выработок	Суммарные фактические притоки воды по шахтам и карьерам, м ³ /сут (числитель), м ³ /год (знаменатель)				Возможное использование
		с минерализацией до 1 г/л	с минерализацией 1—3 г/л	с минерализацией 3—13 г/л	всего	
Буланаш-Елкинский каменноугольный бассейн	3 шахты	28800	—	—	28800	Для хозяйственно-питьевого водоснабжения Преимущественно воды кислые — непригодные для водоснабжения и орошения без специальной водоподготовки
		10512000			10512000	
Кизеловский каменноугольный бассейн	27 шахт	236000	100000	—	336000	
		86000000	36500000		122200000	
Всего по месторождениям		307904	122776	29496	460176	
		252244960	37381240	10766040	167524240	

разработки залежей стабилизируются и в дальнейшем изменяются в небольших пределах. В начальный период разработки месторождений, когда по каждой горной выработке наблюдаются повышенные притоки воды, минерализация и химический состав вод обычно очень колеблются. В последующей стадии разработки это колебание постепенно затухает и химический режим шахтных вод становится довольно постоянным. В настоящее время большинство шахтных выработок на Урале достигли максимальных глубин. Поэтому нет особых оснований полагать, что минерализация и химический состав шахтных вод в перспективе могут значительно измениться. Исключение составляет лишь Челябинский бурогольный бассейн, где гидрохимические условия по площади и глубине весьма различны.

Остановимся кратко на прогнозировании качественного состава шахтных вод Челябинского бассейна на перспективу его отработки.

В гидрогеологическом отношении бассейн изучен довольно детально. Освещены гидрогеологические условия его эксплуатации, установлены гидродинамическая, гидрохимическая и газовая зональности, области питания, стока и пр. Долголетний период эксплуатации (начиная с 1933 года) позволил накопить обширный материал, характеризующий особенности гидрогеологического строения верхних, средних и нижних горизонтов Челябинского грабена. Установлено, что в вертикальном разрезе бассейна наблюдается постепенное увеличение минерализации и изменение химического состава подземных вод с глубиной в следующей зональной последовательности.

Верхняя зона, примерно до глубины 150 м, характеризуется пресными водами (минерализация до 1 г/л), средняя располагается в интервале 150—300 м и отличается солоноватыми водами (минерализация 1—3 г/л), преимущественно сульфатного состава. Нижней зоне, находящейся ниже глубины 300 м, присущи солоноватые и соленые воды (минерализация более 3—5 г/л) в большинстве хлоридного состава (см. раздел 1).

Учитывая сказанное выше, основой прогнозирования минерализации шахтных вод являются глубина разработки горизонтов триасово-юрской толщи на перспективу работы отдельных шахт, гидрогеологические условия расположения горных работ и данные химического состава

ва шахтных вод за многолетний период функционирования бассейна.

Рассмотрим гидрогеологические условия прогнозирования химического состава шахтных вод, минерализация которых сейчас находится в пределах 1—2 г/л (первая группа).

Шахта «Батуриная» в перспективе соединится с шахтой «Восточная». За период эксплуатации воды шахт всегда отличались небольшой минерализацией (до 2 г/л) с колебанием от 0,8 до 1,3—1,6 и реже до 2 г/л. Такая сравнительно небольшая минерализация вод объясняется прежде всего хорошо промытыми структурами, находящимися вблизи борта грабена,— шахты расположены в непосредственной близости к восточному его борту. Глубина разработки на перспективу увеличится всего на 80 м. Следовательно, минерализация откачиваемых вод, по данным шахт, на перспективу разработки, возрастет не намного и составит примерно 2 г/л.

По шахте «Калачевская» минерализация откачиваемой воды не превысит 2 г/л (по многолетним данным эксплуатации шахты), так как глубина разработки угольных пластов в перспективе работы шахты останется прежней (320 м).

Шахта «Куллярская» объединяется в перспективе с шахтой «Красносельская». Обе они находятся в Кичигинском районе, в южной части бассейна, вблизи борта грабена.

В Кичигинском угольном районе, а также на некоторых других площадях бассейна, зона пресных вод залегает ниже глубины 250—300 м. Первостепенное значение для формирования этих вод имеет промытость структур, обусловленная более высокими фильтрационными свойствами крупноблочного материала угленосной толщи. Этому способствует близость расположения припалеозойской депрессии, отличающейся высокой степенью водоносности и пресными водами у западного борта грабена. Принимая во внимание сказанное, можно предположить, что химический состав шахтных вод Кичигинского района изменится мало и минерализация их не превысит 2—2,2 г/л.

По шахте «Октябрьская» минерализация откачиваемых вод, надо полагать, возрастет до 3—5 г/л, так как глубина отработки шахты в перспективе увеличится с

265 м (1974 г.) до 490 м (2011 г.). Но пока следует иметь в виду недалекую перспективу — 1985—1990 годы. На этот период минерализация вод шахты повысится незначительно и составит 2—2,2 г/л.

По шахтам второй группы («Северная» и «Коркинская») минерализация откачиваемых вод останется прежней (2—3 г/л), так как глубина разработки угольных пластов в перспективе здесь также остается почти на прежнем уровне (в пределах 320—380 м).

Что касается химического состава прогнозируемых шахтных вод, то он может несколько измениться в сторону преобладания хлоридного натриевого. Об этом свидетельствует анализ материалов химического состава таких вод за долготелний период эксплуатации бассейна.

Общие ожидаемые объемы шахтных вод в перспективе работы Челябинского бассейна составят: с минерализацией 1—2 г/л — 13920 м³/сут на 1980 год и 11568 м³/сут на 2000 год. Объем шахтных вод с минерализацией 2—3 г/л определен на уровень 1980 года в количестве 10536 м³/сут. Через десять лет, по мере отработки шахт, он уменьшится и составит 5760 м³/сут. Объем шахтных вод с минерализацией 3—4 г/л ожидается на 1980 год в количестве 3384 м³/сут, объем с минерализацией 5—13 г/л на уровень того же года составит 17952 м³/сут, на 1990 год — 14424 м³/сут, 2000 год — 14568 м³/сут.

Общие ресурсы шахтных вод с различной степенью минерализации по Челябинскому бассейну определены так: на уровень 1980 года — 45792 м³/сут, 1990 года — 31752 м³/сут, 2000 года — 26160 м³/сут (табл. 42).

В зависимости от местных нужд шахтные воды могут широко использоваться для улучшения водоснабжения угольных предприятий (обогачительных фабрик, технического водоснабжения), для улучшения водоснабжения городов и поселков, для орошения сельскохозяйственных культур.

Качество шахтных вод должно быть доведено до необходимых кондиций, удовлетворяющих нормы водопотребителей. При большом водопотреблении шахтный водоотлив (одной шахты или группы шахт) может регулироваться специальными водохранилищами с постройкой здесь необходимых очистных сооружений.

Использование шахтных вод для водоснабжения

Ожидаемые ресурсы шахтных вод на перспективу отработки угольных месторождений Урала на 1990—2000 годы

Наименование угольных бассейнов и месторождений	Прогнозные водопритоки воды м ³ /сут (числитель), м ³ /год (знаменатель)				Рекомендуемое использование на перспективу отработки месторождений
	с минерализацией до 1 г/л	с минерализацией 1—3 г/л	с минерализацией 3—13 г/л	всего	
Челябинский буроугольный бассейн	—	17328	14424	31752	Для орошения сельскохозяйственных культур и водоснабжения угольных предприятий
		6324720	5264760	11589480	
Серовский угленосный район:					
Богословское месторождение	13920	—	—	13920	Для хозяйственно-питьевого водоснабжения
	5080800			5080800	
Волчанское месторождение	21600	—	—	21600	Для хозяйственно-питьевого водоснабжения
	7884000			7884000	
Веселовское месторождение	6000	—	—	6000	Для хозяйственно-питьевого водоснабжения
	2190000			2190000	
Южно-Уральский буроугольный бассейн:					
Кумертаусский разрез	3840	—	—	3840	Для хозяйственно-питьевого водоснабжения и орошения сельскохозяйственных культур
	1401600			1401600	

Наименование угольных бассейнов и месторождений	Прогнозные водопритоки воды $\text{м}^3/\text{сут}$ (числитель), $\text{м}^3/\text{год}$ (знаменатель)				Рекомендуемое использование на перспективу отработки месторождений
	с минерализацией до 1 г/л	с минерализацией 1-3 г/л	с минерализацией 3-13 г/л	всего	
Буланаш-Елкинский каменноугольный бассейн: Буланашское месторождение	36792	7200	—	43992	Для хозяйственно-питьевого водоснабжения
	13429080	2628000		16057080	
Кизеловский каменноугольный бассейн	140000	10000	—	240000	Преимущественно воды кислые — непригодные для использования без специальной водоподготовки
	51200000	36500000		87600000	
Итого	222152	124528	14424	361104	
	811854480	45452720	5264760	131802960	

угольных предприятий (по данным Харионовского А. А., Малышева А. В., 1974 г.). Промышленные предприятия Челябинского бассейна испытывают в настоящее время недостаток воды. Одним из путей решения этой задачи является увеличение объемов использования шахтных вод на производственные нужды.

Сейчас шахтные предприятия бассейна расходуют ежегодно свыше 3 млн. м³ воды. По отдельным шахтам количество потребляемой воды изменяется в широких пределах, в зависимости от их производственной мощности, численности, технологии горных работ и других факторов. Потребность шахт в воде удовлетворяется в основном (на 64%) за счет питьевой воды, получаемой из городских водопроводов. Общее потребление воды по шахтам бассейна составляет 18,5% от объема откачиваемых шахтных вод, для них на производственные нужды расходуется 14,1%. Качественная характеристика шахтных вод приведена в таблице 40.

Эффективность очистки шахтных вод от взвешенных веществ на действующих очистных сооружениях (пруды-осветлители различной емкости и горизонтальные отстойники) в большинстве случаев недостаточна, а низкое качество очищенных шахтных вод (табл. 43) ограничивает их использование на производственные нужды. Неочищенная шахтная вода может применяться в настоящее время для приготовления глиняной пульпы, заиливания выработанного пространства с целью предупреждения подземных пожаров.

Возможность увеличения объема использования шахтных вод определяется их качественными показателями, требованиями потребителей к качеству воды, технической сложностью и стоимостью очистки. Потребителями таких вод могут являться устройства для пылеподавления, котельные и компрессорные установки. Для борьбы с пылью, как правило, должна применяться питьевая вода. Однако в районах, где ее не хватает, можно использовать, по согласованию с органами санитарного надзора, воды пониженного качества. Очистка шахтных вод до требуемых кондиций, с технической точки зрения, вполне осуществима. Расход воды на пылеподавление на пятнадцати шахтах бассейна с остаточным сроком службы более 10 лет составляет ориентировочно 0,5 млн. м³/год. Применение очищенной шахтной воды

**Характеристика шахтных вод
и основные требования производственных потребителей
к качеству воды**

Показатели качества воды	Требования потребителей к качеству воды			Качество шахтной воды	
	вода для борьбы с пылью	добавочная вода для котельных по проекту ГОСТ ЦКТИ	добавочная вода для охлаждения компрессоров по данным ВНИИ Водгео	до очистки	после очистки
Запах, балл	—	—	3	—	—
pH	6,0—9,5	более 8,5	7,2—8,5	7,2—8,3	7,2—8,3
Взвешенные вещества, мг/л	50	5	20—26	80—600	20—520
Общее содержание, г/л	—	0,9	0,5	1,0—14,6	1,0—14,6
Жесткость, мг/экв/л:					
общая	—	0,02	7,0	4,6—119	4,6—119
карбонатная	—	—	2,0—2,5	—	—
Коли-титр	300	—	—	0,004—0,04	0,04—111

для этого позволит уменьшить потребление питьевой воды по бассейну и снизить объем сброса откачиваемых шахтных вод в водоемы.

Основными показателями, определяющими возможность использования шахтных вод для подпитки циркуляционных систем котельных, являются их общая минерализация и общая жесткость. Но поскольку общая минерализация большей части шахтных вод (около 70%) составляет от 2 до 14 г/л, то эти воды практически неприменимы для подпитки — они требуют сложной и дорогостоящей обработки. Только опреснение их методом электродиализа (наиболее целесообразный для вод с общей минерализацией от 2—10 г/л) связано с затратами, составляющими 18—55 коп/м³. С экономической точки зрения это, естественно, неприемлемо.

Около 30% шахтных вод имеют общую минерализацию 1—2 г/л, жесткость до 14 мг-экв и нуждаются в

предварительной обработке — в частичном обессоливании и умягчении. Частичное обессоливание таких вод в небольших объемах, необходимых для подпитки котельных, осуществимо на установках ЭДУ-100 или на ионитовых фильтрах (водород-катионитовых и анионитовых), а снижение жесткости — двухступенчатым натрий-катионированием. Однако и в этом случае стоимость обработки воды, то есть стоимость частичного обессоливания (14—18 коп/м³) и умягчения (10 коп/м³), составит без учета очистки от взвешенных веществ 24—28 коп/м³ и превысит цену питьевой воды. Шахтная вода, общая минерализация которой 1 г/л и жесткость до 14 мг-экв, пригодная для использования в качестве добавочной воды к котельным при условии снижения ее жесткости на натрий-катионитовых фильтрах, входящих в систему водоподготовки котельных, в бассейне вообще отсутствует. Таким образом, применение шахтной воды для восполнения потерь в циркуляционных системах котельных на шахтах бассейна, вследствие ее неблагоприятного качественного состава, экономически невыгодно.

Качество добавочной воды для одноконтурных систем охлаждения компрессоров, обычно эксплуатируемых на шахтах, ограничивается в основном теми же самыми показателями, что и в отношении к добавочной воде к котельным. Причем требования, касающиеся общей минерализации к воде для охлаждающих систем, даже более высокие. Поэтому использование шахтных вод для таких систем по тем же самым причинам, что и для котельных, нецелесообразно.

Благоприятные условия для использования шахтных вод создает перевод компрессоров на двухконтурную систему. В этом случае в первом замкнутом контуре применяется вода высокого качества, а во втором — пониженного качества. Потери воды во втором контуре могут восполняться шахтной водой, очистка которой, предусматривая снижение содержания взвешенных веществ, может быть совмещена с очисткой воды для пылеподавления. Осуществление этого мероприятия на пятнадцати перспективных шахтах бассейна позволит уменьшить потребление питьевой воды на 10% (0,2 млн. м³/год) и соответственно сброс шахтных вод в водоемы.

Очистка шахтных вод от взвешенных веществ в Челябинском бассейне затруднена, так как эти вещества

представлены в основном мелкодисперсными частицами. На шахте «Батуринская», например, гидравлическая крупность свыше 30% частиц, содержащихся в воде, составляет менее 0,2 мм/сек. На шахте «Коркинская» около 90% частиц имеют гидравлическую крупность менее 0,2 и до 70% частиц — менее 0,03 мм/сек. Частицы, крупность которых менее 0,2 мм/сек, невозможно осадить в горизонтальных или вертикальных отстойниках без предварительной реагентной обработки в течение расчетной продолжительности отстаивания, не превышающей обычно двух часов. Для осаждения частиц крупностью менее 0,03 мм/сек необходимо еще более продолжительное отстаивание или использование химических реагентов. Применение 100 мг/л сернокислого алюминия позволяет снизить, например, после двухчасового отстаивания содержание взвешенных веществ в воде шахты «Батуринская» в 10—12 раз, а полиакриламида с расходом 1 мг/л — в 17 раз.

Опыт эксплуатации очистных сооружений на шахтах бассейна свидетельствует о том, что очистка шахтных вод от взвешенных веществ осуществима путем длительного отстаивания в прудах-осветлителях или в вертикальных (горизонтальных) отстойниках с предварительной реагентной обработкой воды, а затем фильтрования на фильтрах с зернистой загрузкой.

Затраты на очистку шахтных вод для последующего их использования в производственных целях могут быть значительно снижены при условии совмещения ее с очисткой остального объема таких вод, сбрасываемых в водоем. В связи с этим, учитывая особенности Челябинского бассейна, в зависимости от сооружений, имеющих на шахтах, здесь по данным ПермНИУИ, возможны две технологические схемы очистки шахтных вод (табл. 44).

Расчеты по укрупненным показателям, выполненные ПермНИУИ, показали, что эксплуатационные расходы на очистку шахтной воды от взвешенных веществ и ее обеззараживание в количестве, годном для использования, во всех случаях ниже цены питьевой воды. Осуществление мероприятий, направленных на увеличение объемов использования шахтных вод, позволит снизить потребление питьевой воды в Челябинском угольном бассейне на 35% и уменьшить объем сброса шахтных вод в водоемы (Харионовский А. А., 1974 г.).

Технологические схемы очистки шахтных вод

Методы очистки	Состав очистных сооружений	Стоимость очистки 1 м ³ шахтных вод, коп.
Первая схема		
Отстаивание, фильтрование, обеззараживание	Пруд-осветлитель (существующий), скорый фильтр, хлораторная установка, резервуар очищенной воды	2
Вторая схема		
Отстаивание с реагентовой обработкой воды, фильтрование, обеззараживание	Горизонтальный отстойник (существующий), устройства для приготовления, дозирования реагента Смеситель, вертикальный отстойник со встроенной камерой хлопьеобразования, скорый фильтр, хлораторная установка, резервуар очищенной воды	9

Интересные исследования проводила кафедра водоснабжения и канализации ЧПИ. На основе их были разработаны рекомендации, предусматривающие очистку и использование сбросных вод угольных карьеров Челябинского бассейна. Согласно исследованиям, содержание взвешенных веществ в водах колеблется от нескольких десятков до нескольких сотен мг/л. Концентрация взвеси особенно резко (в десятки и сотни раз) повышается во время таяния снегов и выпадения ливневых дождей.

В области отстаивания взвеси сбросных вод, как свидетельствуют опытные данные Т. И. Барышниковой и др. (1971 г.), установлено, что наиболее крупная взвесь (с гидравлической крупностью 0,2 мм/сек и выше) выпадает в первые 5—10 минут. Затем процесс замедляется. Отстаивание вод можно ускорить за счет их обработки коагулянтами и флокулянтами. Применение для этого сернокислого алюминия (в количестве от 25 до 155 мг/л в зависимости от начальной концентрации взвешенных веществ) позволяет снизить остаточную концентрацию взвеси в осветленной воде после часового отстаивания до

26,8—101 мг/л, после двухчасового отстаивания до 18,3—71,2 мг/л. Введение в обрабатываемую воду полиакриламида (от 0,5 до 2 мг/л) повышает эффект осветления, при этом количество взвешенных веществ в осветленной воде составляет после часового отстаивания от 27 до 82 мг/л и от 14,3 до 58,4 мг/л после двухчасового отстаивания.

При совместном действии сернистого алюминия и полиакриламида остаточное содержание взвеси составляет после часового отстаивания от 14,8 до 63,2 мг/л и после двухчасового отстаивания от 78,8 до 49,8 мг/л.

Более тонкая очистка шахтных вод от механических примесей может быть достигнута при фильтровании через различные фильтрующие материалы воды, осветленной в отстойниках. Данные опытов показывают, что наиболее эффективными в этом отношении являются двухслойные фильтры (песок, антрацит) и контактные осветлители при скорости фильтрования 6 м/час. Остаточное загрязнение фильтра в период фильтрования воды, не обработанной реагентами, составляет, в зависимости от начальной концентрации взвешенных веществ, для двухслойного фильтра от 1,6 до 16,6 мг/л, для контактного осветлителя — от 1,8 до 10,4 мг/л. При обработке отстоенных шахтных вод полиакриламидом качество фильтра значительно улучшается.

Результаты обследования позволили установить пути использования очищенных шахтных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения, пылеподавления в шахтах, питания паросиловых установок, охлаждения механизмов и машин, мокрого обогащения угля, гидромеханизации горных работ.

В зависимости от состава шахтных вод и характера их использования, кафедрой водоснабжения и канализации ЧПИ предложены три технологические схемы очистки вод угольных карьеров.

Первая схема предполагает механическую очистку в отстойниках в течение 1—2 часов. Взвесь, оставшаяся в воде, имеет гидравлическую крупность меньше 0,2 мм/сек. Это позволяет рекомендовать отстоенные шахтные воды для гидромеханизации и обогащения угля или сбросить их после обеззараживания в водоем.

Согласно второй схеме, шахтные воды, содержащие незначительное количество солей жесткости, могут быть

использованы для хозяйственно-питьевых нужд и для пылеподавления. Схема предусматривает коагулирование с последующим отстаиванием в течение 1,5—2 часов, фильтрование на двухслойных фильтрах или на контактных осветлителях, а также обеззараживание.

В схеме очистки шахтных вод, содержащих соли, жесткость которых превышает 10 мг/экв, кроме коагулирования, отстаивания, фильтрования и обеззараживания, предусмотрена умягчительная установка.

Использование шахтных вод для улучшения водоснабжения городов и поселков. Из общего объема водоотлива шахтных вод Урала более 30% отвечают требованиям, предъявленным к питьевой воде по химическому составу. Такие ресурсы шахтных вод могут быть рекомендованы для хозяйственно-питьевого водоснабжения городов и поселков при условии небольшой подготовки воды с помощью станций биологической и механической очистки.

Наиболее благоприятными для хозяйственно-питьевого водоснабжения являются воды, откачиваемые водопонижительно-дренажными скважинами и различными горными выработками. В большинстве эти воды могут быть использованы для водоснабжения без всякой подготовки (при соблюдении правил зоны санитарной охраны в районах водозаборов).

В настоящее время воды дренажных скважин довольно широко используются для хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения на Северном и Среднем Урале в районах Богословского, Веселовского, Волчанского, Буланашского месторождений, а также в районе Кизеловского бурогоугольного бассейна.

Значительный объем современного шахтного водоотлива относится к водам, не пригодным для хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения. Преимущественно это кислые (Кизеловский каменноугольный бассейн) и высокоминерализованные воды (Челябинский бурогоугольный бассейн). Использование таких вод осуществимо только после специальной подготовки путем применения комплекса очистных сооружений по очистке, осветлению, опреснению, нейтрализации и пр. (в зависимости от качества воды).

Использование шахтных вод для орошения сельскохозяйственных культур. Шахтные воды могут стать до-

полнительным источником орошения сельскохозяйственных культур. На Южном Урале, в сельскохозяйственных районах, где ресурсы поверхностных вод ограничены, эта проблема приобретает весьма существенное значение. Особенно плохо обстоит дело с источниками орошения в районе Челябинского бурогоугольного бассейна. Единственным источником орошения здесь могут служить шахтные воды. Но они отличаются высокой минерализацией (сумма ионов колеблется от 1 до 13 и более г/л). На первой стадии для орошения можно использовать ресурсы шахтных вод, минерализация которых наименьшая — до 3 г/л. Такие ресурсы составляют около 5 млн. кубометров. При благоприятных условиях этот объем воды является вполне достаточным для полива 2000 га земель (оросительная норма за вегетационный период 2500 кубометров).

Использование шахтных вод в оросительных целях, вследствие большого разнообразия их химического состава, затруднено. Повышенная минерализация вод, большое содержание сульфатов и хлоридов требует, во избежание засоления или осолонцевания почвы, осуществления опытных исследований. Применение для орошения сельскохозяйственных культур шахтных вод, средняя минерализация которых составляет 1—2,5 г/л, в Донбассе и в районе Челябинского бассейна показывает, что при этом происходит небольшое засоление или осолонцевание верхних слоев почвы. Но если гидрогеологические условия и состав почв благоприятные, то эти процессы являются временными, сезонными. Как установлено в результате наблюдений, накопление солей и хлоридов не прогрессирует (И. М. Соболева, 1965). В течение осенне-зимнего периода соли из почвы в значительной степени вымываются атмосферными осадками. К началу нового сезона содержание солей в почве из года в год остается постоянным, концентрация хлоридов за осенне-зимний период уменьшается в 6—10 раз.

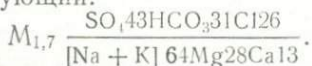
По данным исследований И. М. Соболевой и др. (1965 г.), наиболее важной характеристикой качества почвы служит состав обменных или поглощенных катионов. В почвенном поглощающем комплексе содержатся ионы кальция, магния, калия и натрия. При орошении шахтными водами, содержащими соли натрия, в почве происходит накопление обменных ионов натрия и процесс

осолонцевания. Это ухудшает ее качество, сообщает коллоидной части почвы большую подвижность и неустойчивость против размывающего действия. Почва теряет свои структурные свойства и распыляется. Верхний ее горизонт, увлажняясь, заплывает, а высыхая, покрывается коркой. Вместе с этим за счет содообразования наблюдается повышение щелочности почвенного раствора. Солонцеватость почв уже проявляется при содержании поглощенного натрия в количестве 5—10% от суммы обменных оснований. Чем выше содержание поглощенного натрия в почве, тем более резко выражены отмеченные отрицательные свойства. И. М. Соболева установила также, что накопление иона натрия в почве зависит от содержания в поливной воде натриевых солей и от оросительной нормы. Известное влияние на накопление иона натрия оказывают, кроме того, физико-химические свойства почвы и агротехника.

Преобладание двухвалентных катионов над одновалентными затрудняет процесс накопления натрия в почвенном поглощающем комплексе. При обратном соотношении будет происходить осолонцевание почвы. В связи с этим величина оросительной нормы должна зависеть от качества поливной воды, особенно в тех случаях, когда она имеет неблагоприятные соотношения катионов.

В районе Челябинского бассейна шахтные воды, имеющие повышенную минерализацию, применяются для полива коллективных садов, частных огородов, а в совхозе «Калачевский» для полива овощей. Здесь используются сбросные воды шахты «Октябрьская», являющиеся по составу преимущественно сульфатными натриевыми. Преобладающая общая минерализация 0,8—1,9, реже 2,4 г/л.

Характерный химический состав воды шахты «Октябрьская» следующий:

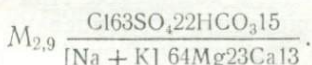


Площадь орошения — 40 га, которые занимают капуста, огурцы, помидоры. Водозабор осуществляется из пруда-накопителя, созданного на шахтном канале. Для орошения применяются поливная установка ДДН-45. Расход воды составляет в среднем 1500 м³ в сутки, в засушливые годы — 2250 м³ в сутки.

Поливается участок в течение 13 лет (с 1961 г.). Средняя урожайность овощных культур в течение этого периода составила 196 ц/га. Средняя урожайность тех же культур, выращиваемых в естественных условиях без полива, составляет 80—100 ц/га.

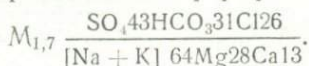
Наблюдения за состоянием почв на орошаемом участке совхоза «Калачевский» не проводились. Однако согласно нашим обследованиям, выполненным визуально, осолонцевание или осолонение почвы не отмечается. Не замечено также и отклонений в вегетационном развитии растений. Практикуемые в Донбассе овощные севообороты, способствующие выносу солей из почвы, на участке не культивировались.

Коллективный сад шахты «Мнасская» занимает 7,2 га. Здесь посажены яблони, ягоды и разнообразные овощи. С 1963 года для орошения сада используются сбросные воды этой шахты. По химическому составу воды относятся к хлоридно-сульфатным натриевым, минерализация их колеблется в пределах 2,0—2,9 г/л. Формула воды следующая:



В воде присутствуют микрокомпоненты, представленные цинком (0,12—0,25 мг/л), свинцом (до 0,12 мг/л), железом (до 3 мг/л).

Коллективный сад шахты «Октябрьская» орошается водой той же шахты в течение 7 лет. О характерном составе воды дает представление формула:



Для санитарно-гигиенической оценки шахтных вод в 1974 году были отобраны пробы воды, образцы почв, овощей и плодоягодных культур. Согласно заключению Челябинской облСЭС, ни в одной из исследованных проб яйца гельминтов не обнаружены. Это позволяет считать, что в эпидемиологическом отношении использование шахтных вод для орошения овощных культур безопасно.

В целях разработки рекомендаций относительно дальнейшего использования шахтных вод повышенной минерализации для орошения сельскохозяйственных культур потребовалось изучить почвы и гидрогеологические усло-

Оценка качества вод шахт Челябинского бассейна
по различным ирригационным коэффициентам

Шахта	По Стеблеру		По Можейко		SAR		По Антипову-Каратаеву		
	величина	оценка качества	величина	оценка качества	величина	оценка качества	фактический	критический	оценка качества
«Калачевская»	6,30	Удовлетв.	55,5	Пригодна	4,61	Хорошее	0,80	0,25	Пригодна
«Октябрьская»	9,70	»	37,0	»	5,3	»	0,91	0,39	»
«Батуриная»	6,28	»	57,46	»	6,16	»	0,74	0,31	»
«Восточная»	8,4	»	50,0	»	10,7	Среднее	1,00	0,40	»
«Северная»	2,63	Неудовлетв.	49,4	»	6,8	Хорошее	1,02	0,69	»
«Миасская»	1,57	»	63,71	»	11,28	Среднее	0,56	0,74	Непригодна
«Комсомольская»	1,33	»	79,0	Непригодна	18,8	Неудовлетв.	0,26	0,74	»
«Коркинская»	0,99	Плохая	91,0	»	26,0	Плохое	0,09	0,81	»
«Чумлякская»	1,25	Неудовлетв.	86,0	»	22,2	Неудовлетв.	0,15	0,84	»
«Южная»	1,04	Плохая	73,0	»	18,4	»	0,42	0,87	»
«Красносельская»	2,4	Неудовлетв.	69,7	»	10,4	Среднее	0,43	0,52	»
«Куллярская»	2,23	»	82,0	»	14,0	»	0,23	0,43	»
«Красная горнячка»	0,76	Плохая	81,6	»	30,7	Плохое	0,22	1,90	»
«Подозерная»	0,40	»	68,7	»	24,1	Неудовлетв.	0,45	2,60	»
«Центральная»	1,45	Неудовлетв.	69,0	»	12,0	Среднее	0,48	0,72	»
«Глубокая»	2,7	»	70,0	»	12,4	»	0,43	0,65	»
«Капитальная»	1,03	Плохая	84,0	»	21,25	Неудовлетв.	0,18	0,86	»
«Еманжелинская»	0,65	»	45,0	Пригодна	1,11	Хорошее	1,81	1,94	»

вия земельных участков, планируемых к орошению, и заполнить расчеты по существующим эмпирическим формулам (табл. 45).

В заключение отметим, что ресурсы пресных шахтных вод по всем месторождениям Урала пригодны для народнохозяйственных целей. Решение этой задачи не потребует сложной подготовки воды. В большинстве случаев она будет ограничиваться очисткой от взвешенных частиц и биологической очисткой. Специальной, более сложной подготовки потребуют кислые шахтные воды и те, которым присуща высокая минерализация. Такие воды после их опреснения или разбавления пресными можно широко применять в промышленности и сельском хозяйстве.

Челябинская лаборатория по использованию подземных вод УралНИИВХ разработала схемы, согласно которым стоки повышенной минерализации (до 13 г/л) Челябинского бурогоугольного бассейна можно сделать пригодными, при условии разбавления их пресными водами, для сельскохозяйственного орошения. Источниками разбавления по Коркинскому району могут быть очищенные хозяйственные стоки. Их предполагается смешивать с шахтными водами на р. Чумляк. Для этого необходимо построить водоемы и специальные отстойники. В Копейском районе предусматривается разбавление воды озера Курлады (объемом 80 млн. кубометров), куда сбрасываются шахтные воды. Источники разбавления — хозяйственные очищенные воды гг. Копейска и Челябинска, а также подземные воды. В Еманжелинском районе шахтные стоки повышенной минерализации будут смешиваться в пресных озерах с шахтными водами малой минерализации.

Подсчитано, что практическое осуществление этих схем позволит оросить более 5 тысяч гектаров, занимаемых сельскохозяйственными культурами, а упорядочение сброса шахтных вод даст возможность высвободить от затопления и заболачивания значительные площади плодородных земель.

ЛИТЕРАТУРА

АЛЕКИН О. А. К вопросу о химической классификации природных вод. Тр. науч.-исслед. учреждений. Главное управление гидрометслужбы. Серия IV. Вып. 32, 1946.

АЛЬТОВСКИЙ М. Е. Значение природных, физико-химических и биохимических процессов в формировании подземных вод. Тр. лаборатории гидрогеологических проблем АН СССР. Т. XVI, 1958.

АНТИПИН В. И., БАРАБАШКИН М. Я., СИГОВ А. П. Подземные воды Зауралья и возможности использования их для водоснабжения колхозов и МТС.—Сб.: «Вопросы водоснабжения сельского хозяйства в районах Урала и Зауралья». Госгеолтехиздат, 1956.

АНТИПОВ-КОРОТАЕВ И. Н., КАДЕР Г. М. К методике мелиоративной оценки воды.— «Почвоведение», № 2, 1959.

БАРЫШНИКОВА Г. И., ВАСИЛЬЕВ В. И., ПЕРМИНОВ Е. П. Использование шахтных вод для хозяйственно-питьевых и промышленных целей. Мат. науч.-тех. конференции по комплексному использованию водных ресурсов и перспективам развития мелиорации земель Чел. обл., 1971.

БАСКОВ Е. А. Некоторые вопросы палеогидрогеологии Якутского артезианского бассейна. Материалы ВСЕГЕИ. Вып. 44, Л., 1960.

БАШАРКЕВИЧ Л. Д., БУНИНА М. В., ТУЖИКОВА В. А. Буланашское месторождение каменного угля на Урале. Изв. АН СССР, 1943, № 4—5.

БЕЛЯЕВ Д. Д. Шахтные воды южного крыла Подмосковского бассейна.— «Разведка недр», 1939, № 8.

БЕЛЯЕВ Д. Д., ГОЛЬТЯКОВА В. И. Понижение уровня подземных вод в результате дренирующего действия шахт.— «Разведка недр», № 10—11, 1939.

БОЧЕВЕР Ф. М., ВЕРИГИН Н. Н. Методическое пособие по расчетам эксплуатационных запасов подземных вод для водоснабжения. Стройиздат. М., 1961.

БОЯКОВА В. Д., ВЛАДИМИРОВИЧ В. П. Стратиграфия триасо-юрских угленосных отложений Козыревского и южной части Сугоянского угленосных районов Челябинского бурогоугольного бассейна. УФАН. Тр. горногеологического института. Вып. 46, 1960.

БУДАНОВ М. Ф. Влияние орошения минерализованными водами на почву.— Научные труды УкрНИИГиМ. Вып. 77/31. Киев, 1956.

БУДАНОВ Н. Д. Гидрогеология Урала. М., «Наука», 1964.

БУНЕЕВ А. Н. К вопросу происхождения основных типов мине-

рализованных вод в осадочных породах. ДАН СССР. Т. XIX, № 6, 1944.

ВАЛЯШКО М. Г. Некоторые общие закономерности формирования химического состава природных вод. Тр. лаборатории гидрогеологических проблем АН СССР. Т. XVI, 1958.

ВАРЛАМОВ И. П., МУСИНА Г. В., ОЖИГАНОВ Л. Д. К стратиграфии пермских отложений Магнитогорского синклиория.— Бюллетень МОИП. Отд. геологии. Т. 39, ч. 4, 1964.

ВАХРУШЕВ Г. В. К истории развития ландшафта Южного Урала и Приуралья в неогенное и четвертичное время.—Сб. «Почвы Южного Урала и Поволжья». Вып. 4, изд. Башкирского филиала АН АССР, 1960.

ВИХТЕНКО И. И. Удобрение среднеспозней капусты при орошении шахтными водами в условиях Донбасса.— Научные записки Луганского СХИ, Т. 5, 1958.

ВЛАДИМИРОВИЧ И. И. Новые данные по расчленению и корреляции угленосных отложений различных месторождений Тургайского (Убагайского) бассейна. ВСЕГЕИ, Инф. сб., № 10, 1959.

ВСЕВОЛОЖСКИЙ В. А. Условия формирования подземного стока зоны интенсивного водообмена Южного и Среднего Зауралья. Закономерности формирования и распределения подземных вод.— Сб. «Закономерности формирования и распределения подземных вод». Тр. Уральского филиала АН СССР. Вып. 76, 1965.

ГАЗИЗОВ И. В. Подземные воды юга Западно-Сибирской низменности и условия их формирования.— Тр. лаборатории гидрогеологии им. Ф. П. Саваренского. Т. 33, 1961.

ГИРИНСКИЙ Н. К. К вопросу образования рассолов и их воздействия на воды морского генезиса. Тр. лаборатории гидрогеологических проблем АН СССР. Т. XVI, 1958.

ГЛАЗОВСКАЯ М. А., МАКУШИНА А. А. Геохимия ландшафтов и поиски полезных ископаемых на Южном Урале. МГУ, 1961.

ЗАИЦЕВ И. К., ГУРЕВИЧ М. С., БЕЛЯКОВА Е. Е. Гидрохимическая карта Сибири и Дальнего Востока. Объяснительная записка, 1956.

ИГНАТОВИЧ Н. К. Гидрогеологические структуры — основа гидрогеологического районирования территории СССР.— «Сов. геология», № 19. Гостгеоллиздат, 1947.

КАМЕНСКИЙ Г. Н. Вопросы формирования подземных вод. Тр. лаборатории гидрогеологических проблем АН СССР. Т. XVI, 1958.

КАРПОВА В. П. Опыт региональной оценки естественных ресурсов подземных вод Урала.— Закономерности формирования и распределения подземных вод.— «Гидрогеология», № 4. Тр. института геологии УФАН СССР, 1965.

КИРЮХИН В. А. Подземные воды северной части Тургайского прогиба.— Записки Ленингр. горн. института. Т. 34, вып. 2, 1958.

КОВАЛЕВ В. Ф. Подземные воды Среднего Зауралья и условия их формирования. Свердловск, 1960.

КОНОНЕНКО Н. И. Формирование и динамика изменения водопритоков по шахтам Кизеловского угольного бассейна.— Сб. «Очистка шахтных вод». Научные труды ПермНИУИ. Вып. XVIII, 1974.

КОНОНЕНКО Н. И., ПРОЩЕНКОВА В. М. Особенности формирования водопритоков шахт северной части Кизеловского угольного бассейна.— Сб. «Научные труды ПермНИУИ». Вып. XVI, М., 1973.

КОНОНЕНКО Н. И. Карст, его влияние на обводненность горных выработок и прогноз возможных притоков подземных вод на глубокие горизонты некоторых шахт Кизеловского бассейна. Сб. XI. Научные труды ПермНИУИ, 1968.

КОСТЯКОВ А. Н. Основы мелиорации. Сельхозгиз, 1951.

КРАСИЛЬНИКОВА Н. П. К гидрогеологии и гидрохимии Челябинского бурогоугольного бассейна.— Записки Ленингр. горн. института. Т. XXXIV, вып. 2, 1958.

КРАШЕНИННИКОВ Г. Ф. О генетическом типе Челябинского бурогоугольного бассейна. Изв. Днепрпетровского горного института. Т. XXV, Углетехиздат, 1955.

КРУТОВ В. М. Модуль подземного стока Кизильско-Суундукского района Магнитогорской карстовой области.— Уч. зап. Пермского университета. Т. XXIV, 1962, вып. 3.

ЛИЧКОВ Б. Л. К вопросу о значении местных базисов эрозии в гидрогеологии. Тр. лаборатории гидрогеол. проблем им. Ф. П. Саваренского, Т. III, 1948.

ЛЮБАШЕВ Г. К. Условия накопления Челябинских угленосных отложений.— «Советская геология», № 9, 1940.

МАКАРЕНКО Ф. А. Опыт изучения закономерностей связи подземных вод с поверхностным стоком. Тр. III Всесоюзн. гидрогеологического съезда. Т. IX, 1959.

МАКОВ К. М. Подземные воды Башкирской АССР. Институт геол. наук. М., Киев, 1946.

МАКСИМОВИЧ Г. А. Химическая география вод суши. Географгиз, 1955.

МАЛЮТИН В. Л. Бурогольные месторождения Южного Урала (Урало-Каспийский и Южноуральский бассейн и Восточно-Уральское месторождение). Труды лаборатории геологии угля АН СССР, 1956.

МАНЬКО М. А. О происхождении западин в Челябинско-Чумлякском районе Зауральской лесостепи. Изв. Всесоюзного географического общества. Т. 93, 1961.

МОГИЛЕВ Е. А. Палеографические особенности накопления турнейских отложений восточного склона Южного Урала. Доклад АН СССР. Т. 136, № 4, 1961.

НЕМКОВСКИЙ Б. Б. и др. О необходимости и целесообразности очистки шахтных вод в Кизеловском угольном бассейне.— Сб. XI, Научные труды ПермНИУИ, 1968.

НИКИФОРОВА К. В. Континентальные мезо-кайнозойские и кайнозойские отложения восточного склона Южного Урала. Тр. института геол. наук АН СССР. Вып. 45, 1948.

НОЗДРИН П. И., МУСИНА Г. В. Пермские отложения восточного склона Южного Урала. Доклад АН СССР. Т. 150, № 6, 1963.

ПЕЧЕРКИН И. А. Шахтные воды Кизеловского каменноугольного бассейна. Гидрогеологический сб. горногеол. института УФАН СССР. Вып. 48, № 1, Свердловск, 1960.

ПИНЧУК О. И. К стратиграфии и условиям формирования угленосной толщи Челябинского бассейна. Изв. Днепрпетровского горн. института. Т. XXV. Геология угольных месторождений, Углетехиздат, 1955.

ПЛОТНИКОВ Н. И. Подземные воды для целей орошения целинных и залежных земель.— «Советская геология», № 56, 1956.

ПОСОХОВ Е. В. Очерки по гидрохимии подземных вод центральных районов Казахстана. М., Изд. АН СССР, 1960.

ПРИГОРОВСКИЙ М. М. Геологические исследования и палеогеографический анализ при разведках угленосных районов СССР. Углетехиздат, 1948.

РОЗОВ Б. В., ВАНЮШИН Н. М. и др. Кизеловский каменноугольный бассейн. Пермское книжное изд., 1958.

РЫБАКОВ С. И. Некоторые вопросы теории формирования химического состава подземных вод. Тр. лаборатории гидрогеологических проблем АН СССР. Т. XVI, 1958.

СЕДЕНКО М. В. Гидрогеология некоторых угольных месторождений СССР. Углетехиздат, 1951.

СЕМЕНЕНКО П. Ф., СОБОЛЕВА И. М., ПЕЛЬТИХИН С. В. Использование шахтных вод для орошения садов.— «Сад и огород», 1955, № 8.

СИДОРОВ И. Н. К вопросу о разработке месторождений Кизеловского бассейна на больших глубинах.— Сб.: «Вопросы горного дела», № 3. Тр. горногеол. института УФАН СССР. Вып. 41, Свердловск, 1959.

СИЛИН-БЕКЧУРИН А. И. К вопросу о формировании минеральных вод Башкирии. ДАН СССР, ч. 5, № 1, 1946.

СИЛИНА Е. Н., КУРБЕЖЕКОВА А. Н. Пермские отложения на восточном склоне Урала. АН СССР. Т. 146, № 4, 1962.

СИРМАН А. П. Об условиях формирования подземных вод Челябинского бурогоугольного бассейна. Тр. горногеол. института УФАН. Вып. 48. 1960.

СИРМАН А. П. О шахтной гидрогеологии Челябинского бурогоугольного бассейна.— «Геология и разведка», 1964, № 5.

СИРМАН А. П. Гидрогеология Челябинского бурогоугольного бассейна. Т. XIV, «Гидрогеология СССР», 1972.

СИРМАН А. П. К вопросу использования шахтных вод в Челябинской области.— Сб. «Край родной». Южно-Уральское книжное издательство. Вып. 8, 1973.

СИРМАН А. П. Об условиях формирования подземных вод Челябинского бурогоугольного бассейна. Гидрогеол.—Сб. № 1. Тр. горногеол. института УФАН СССР. Вып. 48, Свердловск, 1960.

СИРМАН А. П. и др. Некоторые вопросы палеогидрогеологии мезозойских отложений в Челябинском районе. Тр. горногеол. института УФАН СССР. Вып. 76. Свердловск, 1965.

СМИРНОВ Г. А., СМIRНОВА Т. А. Основные черты палеогеографии Урала в фаменский век. Докл. АН СССР, 1960. Т. 135, № 4.

СОБОЛЕВА И. М., ПЕЛЬТИХИН С. В. Использование сбрасываемых вод угольных шахт Донбасса для орошения.— Сб. «Охрана водоемов и методы очистки воды». Изд. АН УССР, 1962.

СОБОЛЕВА И. М., ПЕЛЬТИХИН С. В. Применение шахтных вод для орошения.— «Сад и огород», № 11, 1956.

СОБОЛЕВА И. М., ПЕЛЬТИХИН С. В. Изменение состава водорастворимых солей почвы некоторых районов Луганской области при орошении шахтными водами. Научные записки Луганского СХИ. Т. IV, вып. 1, 1956.

СОБОЛЕВА И. М. Шахтные воды Донбасса и их использование для сельскохозяйственного орошения. Изд. «Колос», 1965.

СОБОЛЕВА И. М., ПЕЛЬТИХИН С. В. Химическая характеристика вод рек Донбасса и возможность использования их в сельскохозяйственном водоснабжении. Научные записки Луганского СХИ. Т. IV, вып. 2, 1957.

СЫСОЕВ А. Д. Очерки физической географии Челябинской области. Челябинское книжное издательство, 1959.

СЫРОВАТКО М. В. О классификации пластовых месторождений полезных ископаемых по степени обводненности. Тр. института геол. АН УзССР. Вып. 1, 1950.

ТОЛСТИХИН Н. И. Гидрохимическая зональность артезианских бассейнов. Записи Ленинградского горного института. Т. XXXII, вып. 2, 1956.

ТОЛСТОЙ М. П. О подземных водах морского происхождения АН СССР. Тр. лаборатории гидрогеологических проблем. Т. XVI, 1958.

ФИЛАТОВ К. В. Гравитационная гипотеза формирования химического состава подземных вод платформенных депрессий. Изд. АН СССР, 1956.

ХАРИОНОВСКИЙ А. А., МАЛЫШЕВ А. В. Перспективы использования шахтных вод в Челябинском бассейне.—Сб. «Очистка шахтных вод». Научные труды ПермНИУИ. Вып. XVIII, 1974.

ЧЕРКАСОВ А. И. Мелиорация и сельскохозяйственное водоснабжение. Сельхозгиз, 1950.

ЧЕРНЯЕВ А. М. Подземные воды Бурибай-Гайской структурной зоны. Тр. Свердловского горного института. Геология и полезные ископаемые Урала. Вып. 42, 1963.

ЧЕРНЯЕВ А. М., КОВАЛЕВ В. Ф. Палеогидрогеологическая схема формирования подземных вод Бурибай-Гайского района. Закономерности формирования и распределения подземных вод. Гидрогеологический сборник № 4. Тр. Института геологии УФАН СССР, 1965.

ЧЕРНЯЕВ А. М., СИРМАН А. П. Об использовании шахтных вод в Челябинской области.—Сб. «Край родной». Южно-Уральское книжное издательство. Вып. 9, 1974.

ЧЕРНЯЕВ А. М., ЧЕРНЯЕВА Л. Е. Закономерности формирования подземных вод в восточных районах Оренбургской области.—«Советская геология», № 3, 1963.

ЧЕРНЯЕВА Л. Е., ЧЕРНЯЕВ А. М. Оценка естественных ресурсов подземных вод Оренбургского Зауралья. Геология и полезные ископаемые Урала. Тр. Свердловского горного института. Вып. 42, 1963.

ЧЕРНЯЕВА Л. Е., ЧЕРНЯЕВ А. М. О гидрогеологическом районировании восточной части Оренбургской области. Известия высш. уч. заведений. Геология и разведка, № 6, 1963.

ЧЕРНЯЕВА Л. Е., ЧЕРНЯЕВ А. М. К оценке естественных ресурсов подземных вод восточных районов Оренбургской области. Бюлл. МОИП, отд. геологии. Т. XXXVIII, ч. 5, 1963.

ЧЕРНЯЕВА Л. Е., ЧЕРНЯЕВ А. М. Опыт составления карты естественных ресурсов подземных вод в горноскладчатых областях.—«Разведка и охрана недр», № 8, 1961.

ЭДЕЛЬШТЕЙН И. И., НАУМОВ А. Д. О геологическом развитии Урало-Тобольского междуречья в мезозое в связи с общими условиями формирования месторождений выветривания. Бюлл. МОИП, отд. геол. Т. XXXVII (5), 1962.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ОСНОВНЫЕ ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИИ	5

РАЗДЕЛ I

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПРИРОДНЫХ ВОД УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИИ	21
Челябинский буроугольный бассейн	21
Серовский угленосный район	86
Южно-Уральский буроугольный бассейн	98
Буланаш-Елкинский угольный район	110
Кизеловский каменноугольный бассейн	126

РАЗДЕЛ II

ШАХТНАЯ ГИДРОХИМИЯ	138
Челябинский буроугольный бассейн	154
Серовский угленосный район	191
Южно-Уральский буроугольный бассейн	197
Буланаш-Елкинский угольный район	198
Кизеловский каменноугольный бассейн	199
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШАХТНЫХ ВОД	204
Литература	227

АЛЕКСАНДР МИХАЙЛОВИЧ ЧЕРНЯЕВ
АЛЕКСАНДР ПАВЛОВИЧ СИРМАН

РЕСУРСЫ И ГИДРОХИМИЯ ШАХТНЫХ ВОД УРАЛА И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Редактор Г. О. Абрамович
Худож. редактор Н. А. Кудричев
Техн. редактор Л. М. Власова
Корректоры Р. М. Цветкова, С. А. Кулакова, Н. В. Канищева

Сдано в набор 30/XII-1975 г. Подписано к печати 11/VI-1976 г. ФБ03383.
Формат бумаги 84×108/32 — 7,25 физ. п. л., 12,28 усл. п. л., 12,62 уч.-изд. л.
Тираж 1000 экз. Бумага № 2.

Южно-Уральское книжное издательство, пл. Революции, 2. Областная типо-
графия Челябин. обл. управления издательств, полиграфии и книжной торговли,
г. Челябинск, ул. Творческая, 127. Заказ № 384

Цена 99 коп.

89 н.

2118

ЮЖНО-УРАЛЬСКОЕ КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО © 1976