Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
1985, т. 103

УДК 556.332.632

ФОРМИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ДРЕНАЖНЫХ ВОД КОРШУНОВСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В.Г.РУМЫНИН, М.Н.КОЧНЕВА,
Л.В.ПРОСКУРНИНА

Одной из основных причин изменения химического состава подземных вод при осушении разрабатываемых месторождений является интенсификация перетока напорных, более минерализованных вод глубоких горизонтов, или отжатие (за счет роста внутрипластовых напряжений) поровых вод из слабопроницаемых слоев и блоков при общем снижении напоров в верхних водоносных горизонтах [1-4].

Эти процессы чаще всего приводят к резкому ухудшению качественных показателей дренажных вод, откачиваемых обычно в больших объемах. Возникновение ситуации такого рода требует нередко пересмотра ряда проектных решений во всей системе управления подземными водами горно-добывающего района в связи с утилизацией минерализованных вод и частичной или полной потерей такого важного дополнительного источника водоснабжения горных предприятий, как дренажные воды.

В статье анализируются закономерности формирования качественного состава подземных вод Коршуновского железорудного месторождения, которое по ряду признаков может рассматриваться в качестве объекта-аналога для других месторождений.

Коршуновское месторождение расположено в Нижнеилимском районе Иркутской области в 140 км к востоку от г.Братска. В гидрогеологическом отношении рассматриваемая территория относится к Окино-Непскому артезианскому бассейну второго порядка, который занимает центральную часть Иркутского амфитеатра и находится в пределах Ангаро-Ленского артезианского бассейна первого порядка. Широко распространенные здесь трещинно-пластовые, пластово-трещинные и трещинно-карстовые воды приурочены к осадочным комплексам пород палеозойского возраста. Основной интерес с точки зрения изучения качественного состава подземных вод при разработке Коршуновского месторождения представляет гидрохимическая характеристика усть-кутского, верхоленского, литвинцевского и ангарского водоносных горизонтов.

В условиях естественного гидродинамического режима для водоносных комплексов района характерна четкая вертикальная гидрохимическая зональность, которая выражается не только в росте с глубиной общей минерализации подземных вод, но и в смене состава подземных вод с гидрокарбонатного кальциевого на хлоридно-сульфатный и далее на сульфатно-хлоридный (рис.1). Химический состав вод верхнего горизонта, приуроченного к трещиноватым

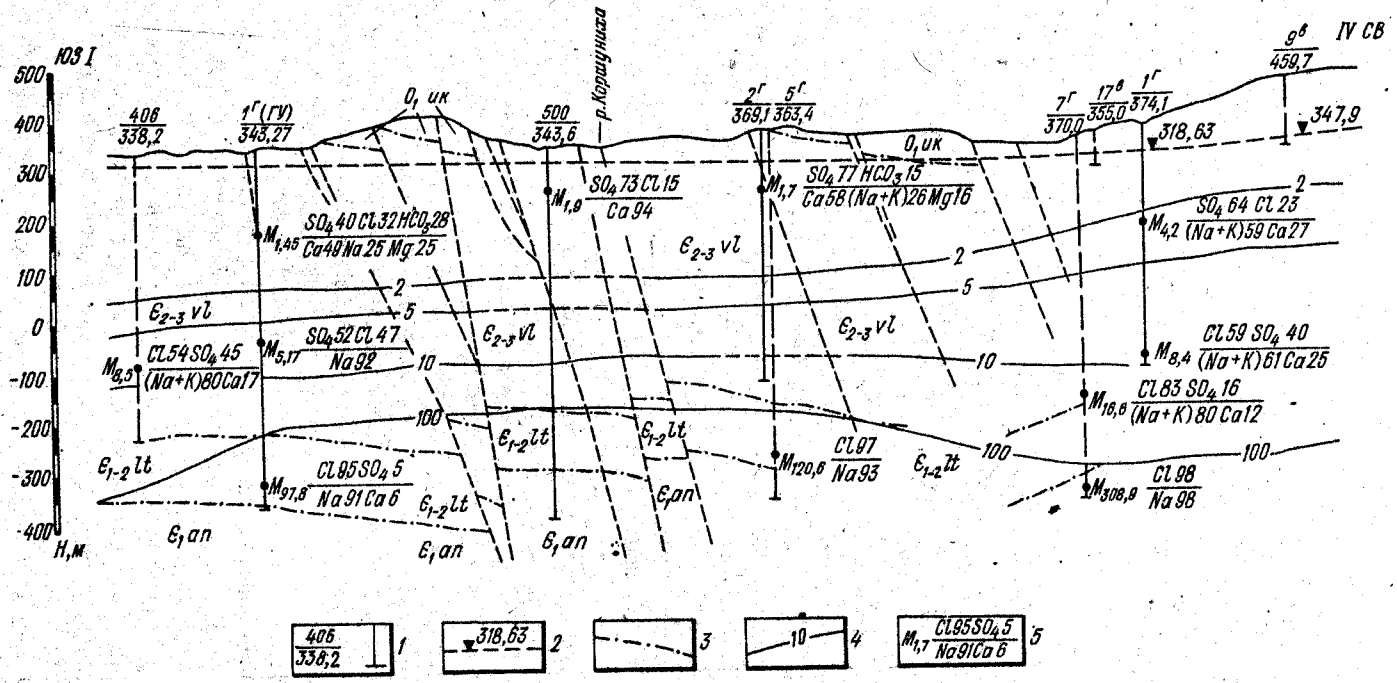


Рис.1. Схематический гидрохимический разрез района Коршуновского месторождения (по линии I-IУ)
1 - скважина (в числителе - номер, в знаменателе - абсолютная отметка устья, м); 2 - уровень подземных вод и абсолютная отметка в метрах; 3 - стратиграфические границы; 4 - изолинии общей минерализации, г/л; 5 - характеристика воды по Курлову

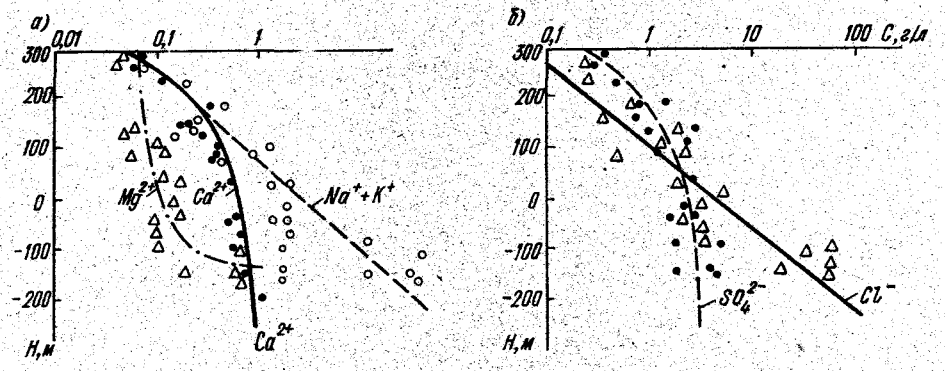


Рис.2. Распределение концентраций основных катионов (а) и анионов (б) в подземных водах по глубине

и кавернозным известнякам усть-кутской свиты, формируется в условиях активного водообмена, обуславливающего формирование пресных (с минерализацией 0,15-0,5 г/л) подземных вод гидрокарбонатного кальциевого состава. Для нижележащих водоносных горизонтов, приуроченных к отложениям верхоленской, литвинцевской и ангарской свит, характерны более минерализованные воды и рост суммарного содержания растворенных солей с глубиной, что связано с повышенной соленостью водонасыщенных пород и затрудненным режимом водообмена этих горизонтов. Подземные воды верхоленского водоносного горизонта, вмещающие породы которого представлены монотонной толщей красноцветных загипсованных алевролитов с прослоями аргиллитов, реже мергелей и доломитов, по преобладающим ионам можно разделить на три гидрохимические зоны. Первая (до абсолютных отметок +(150÷50) м) характеризуется сульфатным кальциевым составом подземных вод и общей минерализацией до 2-4 г/л. Вторая зона (до абсолютных отметок -(70÷120)м) содержит воды смешанного состава: от сульфатно-хлоридных до хлоридно-сульфатных, при этом минерализация подземных вод составляет 5-8 г/л. Наконец, третьей зоне, охватывающей низы верхоленского водоносного горизонта, присущ хлоридный натриевый состав подземных вод с минерализацией до 10 г/л. Подземные воды, приуроченные к нижележащим соленосным породам литвинцевской и ангарской свит, имеют существенно хлоридный натриевый состав. Максимальная величина минерализации (308 г/л) зафиксирована в водах ангарского водоносного горизонта, встреченных на глубине 650 м.

С глубиной химический состав подземных вод меняется по отдельным компонентам: резко увеличивается концентрация хлоридов натрия, а концентрация Ca^{2+} и SO_4^{2-} остается неизменной (рис.2).

Каждая из рассмотренных гидрогеохимических зон в разрезе Коршуновского месторождения характеризуется своим хлоридно-сульфатным коэффициентом $r\,Cl/r\,SO_4$ (рис.3,а). Для пресных подземных вод усть-кутского горизонта

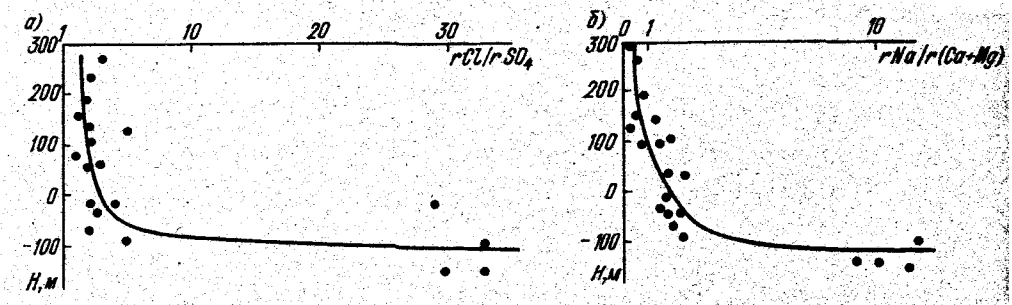


Рис.3. Изменение коэффициентов $r\,Cl\,/\,r\,SO_4$ (а) и $r\,Na/r\,(Ca+Mg)$ (б) в зависимости от глубины залегания подземных вод

его значения обычно не превышают десятых долей единицы. Такой же устойчивый порядок величин имеет этот характерный показатель и в первой (верхней) гидрохимической зоне верхоленского водоносного горизонта (до абсолютной отметки +50 м). Ниже доля хлоридов в составе подземных вод резко увеличивается, что отражается на росте соотношения $r\,Cl\,/\,r\,SO_4$ от 1-2 до 40 и более. Генетически связанное с хлоридно-сульфатным показателем отношение $r\,Na\,/\,(r\,Ca\,+\,r\,Mg)$ ведет себя подобным образом, увеличиваясь вниз по разрезу от 0,3-1 до 12 (рис.3,б).

Наблюдаемая гидрохимическая зональность, характерная для водоносных комплексов Коршуновского месторождения в ненарушенных условиях, неблагоприятна для разработки месторождения, поскольку не исключена вероятность вертикального перетока водных масс из глубоких горизонтов к дренажным системам при ссушении карьера.

Действительно, уже на ранних этапах освоения Коршуновского месторождения отмечались достаточно четко выраженные колебания в составе подземных вод, отбираемых водопонизительными установками, что было связано с перераспределением водопритоков к дренажным скважинам при осушении верхних, наиболее водообильных, водоносных горизонтов [3]. По мере расширения масштабов горных работ, состав и минерализация откачиваемых вод претерпевали все более существенные изменения: вода из скважин, пройденных на руду по взорванной массе, на погруженные блоки усть-кутских пород и в приконтактовой с рудным телом зоне, становилась все более минерализованной. Результаты гидрохимического опробования дренажных скважин (по состоянию на 1982 г.) приведены в таблице (расположение скважин показано на схематической карте на рис.4). Приведенные данные показывают, что наблюдаемые изменения химического состава подземных вод могут быть объяснены прежде всего понижением общего базиса дренажа, в результате которого в условиях неоднородного гидрохимического разреза к водопонизительным устройствам привлекаются глубокие минерализованные воды, причем активным водообменом схватываются и горизонты, залегающие существенно ниже контуров разгрузки.

Очевидно, что подъем глубинных минерализованных вод осуществляется по отдельным трещинам в зонах дробления вмещающих пород в околорудном про-

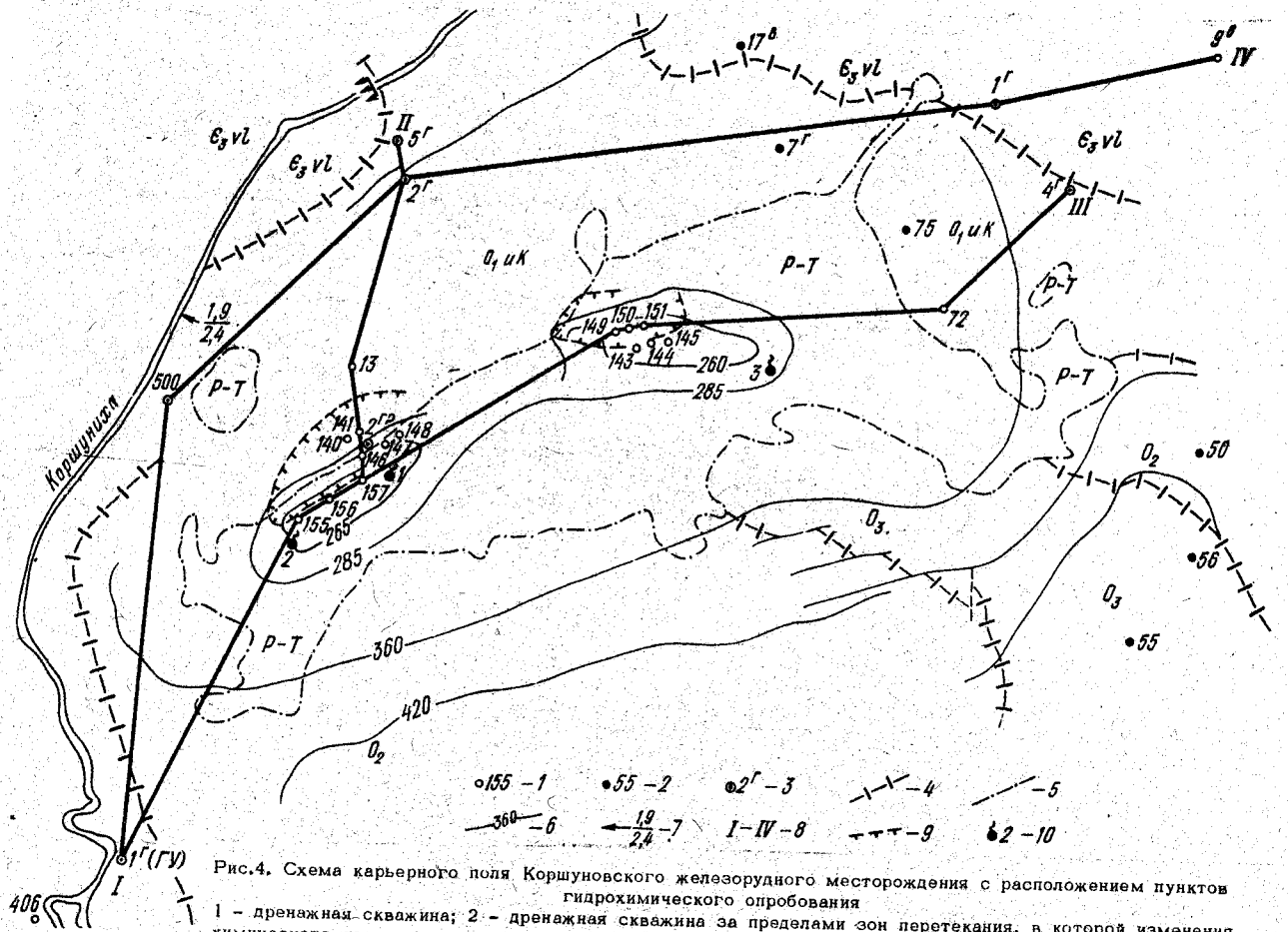


Рис.4. Схема карьерного поля Коршуновского железорудного месторождения с расположением пунктов гидрохимического опробования

1 – дренажная скважина; 2 – дренажная скважина за пределами зон перетекания, в которой изменения химического состава откачиваемых вод незначительны; 3 – глубокая разведочная скважина; 4 – стратиграфические границы; 5 – граница рудного тела; 6 – абсолютная отметка горизонта, м; 7 – сброс дренажных вод в р. Коршуниху (в числителе общая минерализация, в знаменателе – коэффициент $r Cl / r SO_4$); 8 – линия схематического разреза; 9 – контур субвертикальной зоны измененных пород эруптивного контакта; 10 – источник и его номер

Гидрохимическая характеристика дренажных вод Коршуновского месторождения
(по состоянию на 1982 г.)

Место отбора пробы	Содержание ионов									pH	Минерализация, г/л	$\frac{r Cl}{r SO_4}$
	$Na^+ + K^+$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	NO_3^{2-}	NO_2^{2-}			
Скважины												
156	827 61	242 21	128 18	0,72 –	1590 77	511 18	183 5	0,13 –	Н.с.	7,85	3,53	4,3
149-151	222 33	190 32	128 35	0,72 –	830 79	215 15	110 6	7,4 –	1,0 –	8,05	1,77	5,3
147-148	990 65	260 19	128 16	1,3 –	1852 78	561 18	165 4	0,09 –	0,25 –	7,9	3,65	4,4
Источник 1 (горизонт 255 м)	358 53	144 25	80 22	0,55 –	620 60	450 32	153 8	Н.с.	Н.с.	8,15	1,92	1,9
Источник 2 (горизонт 270 м)	380 51	64 27	31 22	0,08 –	160 38	203 36	183 26	Н.с.	Н.с.	8,35	0,7	1,1
Источник 3 (горизонт 285 м)	14 4	125 42	100 54	8,0 –	360 67	149 21	110 12	Н.с.	Н.с.	8,25	1,0	3,2
Скважины												
13	449 51	210 27	104 22	0,1 –	874 64	500 27	214 9	0,02 –	0,86 –	7,95	2,4	2,4
72	16 8	87 50	45 42	0,06 –	27 9	204 49	226 42	0,02 –	1,0 –	7,75	0,5	0,2

Примечания. Н.с. – нет сведений. В числителе – концентрация элемента в миллиграммах на литр, в знаменателе – в эквивалент-процентах.

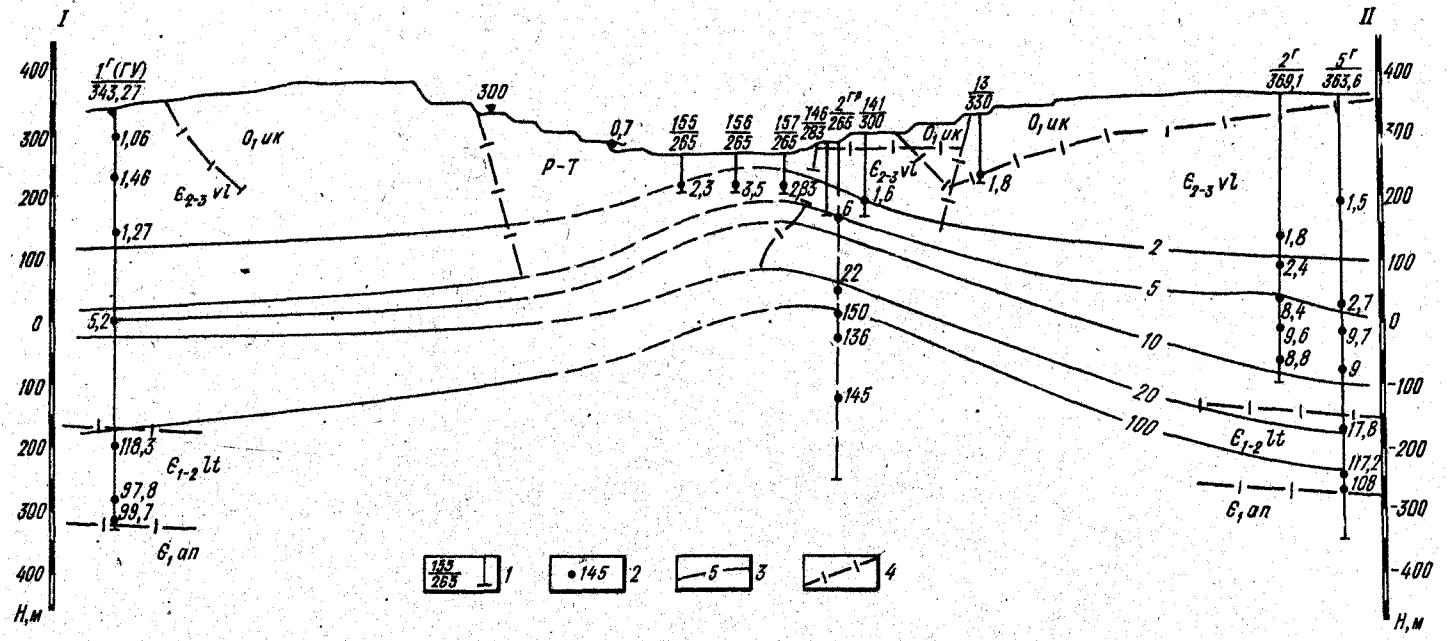


Рис.5. Общая минерализация подземных вод по гидрохимическому профилю (по линии I-II), г/л
1 – скважина (в числителе – номер, в знаменателе – абсолютная отметка устья, м); 2 – минерализация в пробе, г/л; 3 – изолинии общей минерализации; 4 – стратиграфические границы

строении. В приконтактовых зонах породы претерпели наибольшие изменения под действием тектонических и метасоматических процессов, что в конечном итоге и определило их повышенные фильтрационные свойства. Дренажные воды из скважин, пройденных на рудное тело и в непосредственной близости от него, имеют достаточно высокую минерализацию 1,9–3,9 г/л (см. таблицу). По мере удаления от рудного тела минерализация вод, откачиваемых скважинами, оборудованными на усть-кутский и верхоленский водоносные горизонты, заметно падает (до 1,6–0,4 г/л). Смещение изолиний общей минерализации по вертикали вблизи рудного тела наглядно иллюстрируется на гидрохимическом профиле по линии I–II (рис.5). Наиболее интенсивно процессы перетекания глубинных растворов фиксируются вблизи северного контакта рудной залежи с измененными вмещающими породами.

Повышение общей минерализации дренажных вод в процессе интенсивного осушения месторождения сопровождается и ростом характерного хлоридно-сульфатного коэффициента rCl/rSO_4. Это свидетельствует, что хлоридные растворы нижних водоносных горизонтов играют важную роль в формировании качественного состава дренажных вод. Максимальные значения хлоридно-сульфатного коэффициента (3,5–5,2) характерны для дренажных вод, отбираемых скважинами, пройденными на рудное тело или в околорудной зоне. Это определяет хлоридный натриевый состав этих вод. За пределами технической границы карьера на том же гипсометрическом уровне (абсолютные отметки +(250÷300) м отвечают современной глубине ведения горных работ) коэффициент rCl/rSO_4

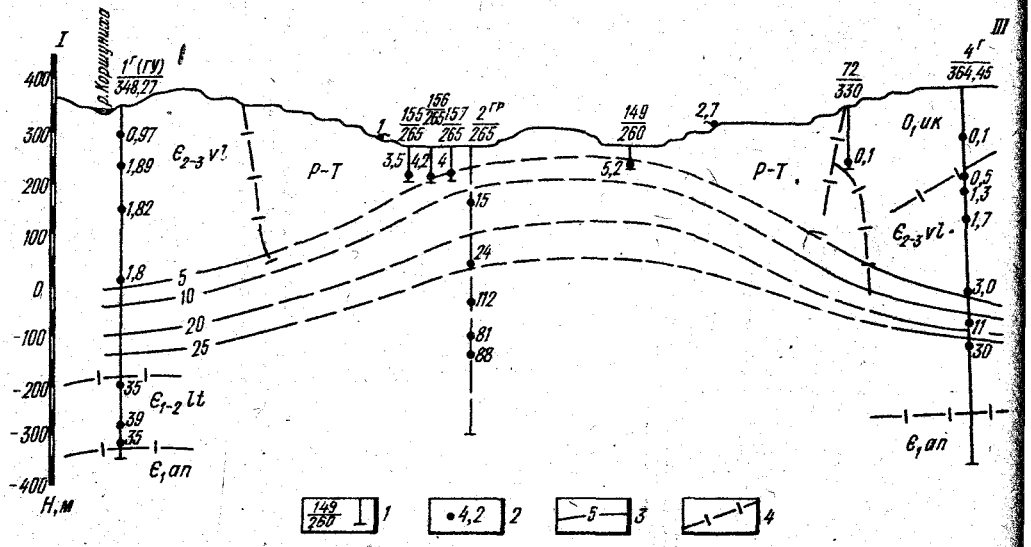


Рис.6. Изолинии коэффициента rCl/rSO_4 по гидрохимическому профилю (по линии I–II)
1 – скважина (в числителе – номер, в знаменателе – абсолютная отметка устья, м); 2 – значение коэффициента в пробе; 3 – изолинии коэффициента; 4 – стратиграфические границы

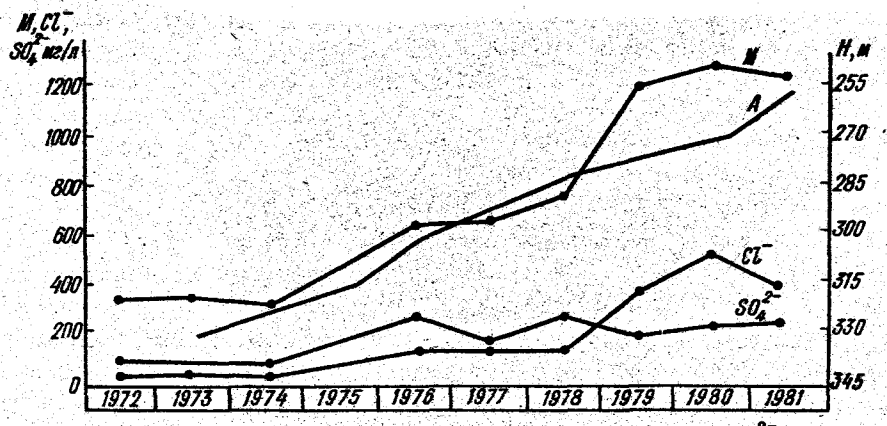


Рис.7. Изменение общей минерализации M и содержания анионов Cl^- и SO_4^{2-} в дренажных водах за 1972-1981 гг. (по материалам В.В.Дедюхина)
А - положение дна карьера

в подземных водах верхоленского водоносного горизонта не превышает 0,5-2 (рис.6).

Особый интерес представляет оценка изменения качества дренажных вод во времени. Первый существенный рост минерализации откачиваемых вод, обусловленный подтягиванием глубинных хлоридных натриевых растворов, был зафиксирован в скважине № I3 в I977 г., когда водопонизительные работы на месторождении велись в течение 9 лет. С тех пор общая минерализация отбираемых из этой скважины вод оставалась примерно на том же уровне (I,7-3 г/л при $r Cl / r SO_4$ = I,5÷3,3). В дренажных скважинах, расположенных в пределах рудной залежи, за I980-I98I гг. химический состав откачиваемых вод сменился с сульфатного на хлоридный, а общая минерализация вод увеличилась с I,4 до 3,9 г/л (рис.7). Данные режимных гидрохимических наблюдений свидетельствуют, что в настоящее время для всех водопонизительных скважин характерен относительно стабильный состав откачиваемых вод, что позволяет предположить, что восходящий поток соленых вод в пределах выявленных зон перетекания является квазистационарным, т.е. привнос солей из глубоких водоносных горизонтов, включенных в активный водооборот интенсивным водопонижением, контролируется в основном стабилизированной величиной водопритоков из них.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаврюхина А.А. Формирование подземных вод под влиянием искусственной нагрузки (на примере Москвы). М., Наука, 1964.

2. Гуреев И.Е. Формирование рудничных вод при освоении Белозерского железорудного месторождения и вопросы рационального их использования. Автореф. канд. дис. Киев, изд. Ин-та геол. наук АН УССР, 1981.

3. Мироненко В.А., Румынин В.Г., Учаев В.К. Охрана подземных вод в горнодобывающих районах. Л., Недра, 1980.

4. Плотников Н.И. Осушение при разработке рудных месторождений и охрана окружающей среды. - Горный журнал, 1978, № 2.