

А.Н. Мирошниченко, М.И. Ланчакова

### МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЗОЛОТОРУДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

*In the article results over of researches are brought by mediko-biologicheskoy estimation of the water of zolotorudnykh enterprises of the Amur area systems. Measures are offered on a guard khozyaystvenno-pit'evykh waters from contamination.*

Медико-биологические исследования по оценке систем водоснабжения золоторудных предприятий проводили на руднике «Березитовый», добывающим золотосодержащую руду с последующей гидрометаллургической ее переработкой.

Данное предприятие является потенциально опасным для поверхностных и подземных вод. В результате его деятельности возможны поступления в окружающую среду, в частности в открытые водоемы и подземные водоисточники, таких химических веществ как марганец, железо, барий, сульфаты, никель, стронций, титан, фтор, алюминий, мышьяк, цинк, свинец, медь, молибден, цианиды, роданиды [1, 7, 8].

Геохимическая структура водоносных пород влияет на состав подземных вод. Так, в Амурской области терригенные отложения с повышенным содержанием органических веществ имеют следующие характеристики подземных вод: бескислородные железомарганецсодержащие воды различного состава, гидрокарбонатные кальциевые с низким значением Ph и нейтральной реакцией. В этих водах присутствуют железо, марганец, отмечается повышенная перманганатная окисляемость (органолептические показатели). Терригенные отложения гумидной зоны Амурской области представлены гидрокарбонатными натриевыми с высоким содержанием органических веществ и кремния подземными водами (по санитарно-токсикологическим показателям). Из терригенных, кристаллических пород с сульфидной минерализацией в подземные воды поступают сульфаты, гидрокарбонат кальция, железо.

Воздействие на подземные воды в период строительства рудника обусловлено их забором на производственные нужды, а также проведением земляных работ при строительстве карьера, площадки отвала полусухих хвостов, пруда-отстойника, здания золотоизвлекательной фабрики и других объектов инфраструктуры. Дождевые воды, стекающие со строительных площадок, загрязнены взвешенными веществами и нефтепродуктами. Однако при фильтрации через грунт происходит их очистка от взвесей, что не приводит к загрязнению водоносных горизонтов подземных вод.

При эксплуатации предприятия происходит воздействие на подземные воды за счет нарушения поверхности водосбора карьерными выработками, отвалами, производственными сооружениями, а также нарушения гидрогеологического режима вод, изъятия водных ресурсов, сброса сточных вод, загрязнения фильтрационными стоками из прудов-накопителей.

В соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями водные объекты, используемые для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, не должны быть источниками биологических, химических и физических факторов вредного воздействия на человека, безопасность которых устанавливается санитарными правилами [2, 4, 5].

При их эксплуатации необходимо наличие санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии водного объекта санитарным правилам и условиям безопасности для здоровья населения использованием. Питьевая вода должна иметь благоприятные органолептические свойства,

быть безвредной по химическому, эпидемиологическому и радиационному составу.

Для обеспечения безопасности осуществляется государственный санитарно-эпидемиологический надзор и устанавливаются нормативы предельно допустимых вредных воздействий на водные объекты, а также предельно допустимых сбросов химических, биологических веществ и микроорганизмов в водные объекты [6, 8].

Радиационный режим региона с балансом 35-40 ккал/см<sup>2</sup> является одним из климатообразующих факторов, влияющих на гидрологический и гидрохимический режим источников водоснабжения. Под действием солнечной энергии происходит таяние снега и льда, испарение с водной поверхности, формирование температурного режима водоемов.

Месторождение подземных вод, обеспечивающее Березитовый рудник, находится в бассейне р. Большой Ольдой, на северо-западе Амурской области. Потребление свежей подземной воды на производственные нужды изменяется во времени и по сезонам года, не приводя к истощению подземных водоносных горизонтов: ведь подземные воды постоянно подпитываются атмосферными осадками.

Подземные воды сверху прикрыты четвертичными аллювиальными отложениями. Геолого-структурные особенности и климатические условия определяют преобладание здесь трещинно-жильных коллекторов подземных вод, пораженных мерзлотой, имеющей прерывистое и островное распространение.

Березитовое месторождение подземных вод по гидрогеологическим условиям имеет очаговое распространение водоносных структур, неоднородные фильтрационные свойства, что связано с наличием многолетнемерзлых пород.

Оценка эксплуатационных запасов подземных вод выполнена методами водного и гидравлического баланса, проведены опытно-фильтрационные работы, гидрохимические исследования.

По данным гидрохимических исследований, подземные воды Березитового месторождения по химическому составу относятся к гидрокарбонатным, сульфатно-гидрокарбонатным (гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевые). Эти воды с минерализацией 0,12-0,16 г/л, нейтральной реакцией среды (pH=6,5-7,4), общей жесткостью 1,5-1,8 мг-экв/л относятся к пресным. По радиологическим показателям качество воды соответствует требованиям, установленным для хозяйственно-питьевого водоснабжения [9].

Водоснабжение объектов рудника осуществляется из подземных источников воды, поступающей из четырех скважин (табл. 1, 2).

Источником хозяйственно-питьевого водоснабжения для потребителей промышленной площадки, вахтового поселка, канализационных очистных сооружений, площадки отвала полусухих хвостов является водопроводная сеть с гарантийным напором 30м.

Сеть водопровода от подземного источника водоснабжения до емкостей запаса воды проложена над землей тремя нитками на низких опорах, с греющим кабелем.

Все водопроводные сооружения работают в автоматическом режиме и не требуют постоянного присутствия обслуживающего персонала. В табл. 3. представлена характеристика водопотребления на объектах Березитового рудника.

Гигиенические требования к качеству подземных вод дифференцируются в зависимости от вида водопользования.

Гигиеническими критериями качества подземных вод являются:

предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) химических веществ;

Таблица 1

## Характеристики скважин производственного водоснабжения

Показатели	Единицы измерения	Номера скважин		
		1	2	3
1. Угол наклона	градус	90	90	90
2. Глубина	м	90	100	110
3. Диаметр	мм	0,0/1,0 м -346	0,0/6,0 м -269,5	0,0/1,0 м -269,5
	мм	1,0/35,0м -320	6,0/11,0м -190,5	1,0/110м -190,5
	мм	35,0/90,0м - 269	11,0/26,0м - 151	
	мм		26,0/30,0м - 132	
	мм		30,0/100,0м - 112	
4.Диаметр обсадной трубы	мм	0,0/4.5 м - 320	+0,65/6.0 м - 219	+0,5/10.0 м - 219
	мм	0,0/90,0 м - 219	+0,30/11.0 м - 159	+0,70/110 м - 159
5.Статический уровень	м	3,2	1,45	3,99
6. Понижение уровня/ дебит	м/м <sup>3</sup> /час	12.0/5.4	1,78/4,25	1.04/7,1
		26.1/11,9	3,28/5,9	15,69/15,98
7. Марка насоса		ЭЦВ 8-40-180	ЭЦВ-5-4-125	ЭЦВ6-16-180
8. Глубина установки насоса	м		36.0	85.0
9. Марка водосчетчика		ВМХ-80 (№ 070028887)	ВМХ-50 (№9897228-06)	ВМХ-50 (№ 9905974-06)

Таблица 2

## Характеристика скважины хозяйственно-питьевого водоснабжения

Показатели	Единицы измерения	Скважина 4
1. Угол наклона	°	90
2. Глубина	м	90
3. Диаметр	мм	0,0/6,0 м -269
	мм	6,0/15,0м -190,5
	мм	15,0/56,4м - 151
	мм	56,4/61,0м - 93
от 61 м до 90 м – 76 мм	мм	61,0/90,0м - 76
4.Диаметр обсадной трубы	мм	0,58/6,0 м - 320
	мм	6,0/16,0 м - 159
	мм	10,5/56,4м -114
5.Статический уровень	м	1,32
6. Понижение уровня/ дебит	м/м <sup>3</sup> /час	3.17/6.19
		5.99/11.72
7. Марка насоса		TWI 4-1220-DM (№ 4068770\0608\95115)
8. Глубина установки насоса	м	19
9. Марка водосчетчика		ВМХ-65 (зав. № 9720291-05)

уровни допустимого содержания санитарно-показательных микроорганизмов;

нормативы, обеспечивающие радиационную безопасность.

В воде скважин № 1, 2 и 3 определяется увеличенное содержание солей кадмия, марганца, а также отмечается бактериологическое загрязнение, что не соответствует требованиям, предъявляемым к источникам централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Вода из этих скважин пригодна только для использования в производственно-технических целях.

Вода из скважины № 4 полностью соответствуют питьевым стандартам СанПиН 2.1.4.1074-01, дополнительных

мероприятий по ее подготовке не требуются. Термотолерантные и колиформные бактерии в пробах питьевой воды отсутствуют, а общее микробное число составляет 38-48 колоний в 1 мл воды. Органолептические свойства воды представлены в табл. 4.

Безвредность питьевой воды по химическому составу определяется ее соответствием нормативам по содержанию вредных химических веществ, встречающихся в природных водах (табл. 5).

Контроль за качеством воды в местах водозабора (подземные источники) перед поступлением ее в распределительную сеть проводится в соответствии с нормативами [2, 8].

Производственный контроль за влиянием хозяйствен-

Таблица 3

## Водопотребление по объектам Березитового рудника

Наименование	Потребность в воде, м <sup>3</sup> /сут	Водопотребление, тыс.м <sup>3</sup> /год				
		всего	на производственные нужды			на хозяйственно-бытовые нужды
			свежая вода	вода внутреннего водооборота	оборотная вода из хвостохранилища	
Промплощадка	30,7	4419,8	19,9	4323,3	65,6	10,9
Вахтовый поселок	68,3	24,9				24,9
Площадка отвала	3,1	1,1				1,05
Очистные сооружения	0,5	0,2	0,2			
Промбаза	0,06	0,02				0,02
Склад взрывчатых материалов	0,08	0,03				
Карьер	0,7	0,1				0,1
Итого	103,4	4446,1	20,1	4323,3	65,6	37,0

Таблица 4

## Органолептические свойства питьевой воды

Показатели	Единицы измерения	Фактические измерения	Нормативы, не более
Запах	баллы	2	2
Привкус	баллы	2	2
Цветность	град. Сг-Со шкалы	20	20
Мутность	Мг/л	1	1,5

ной деятельности на качество подземных вод предусматривается при эксплуатации этих вод в качестве источников водоснабжения для нужд предприятия по разработке полезных ископаемых.

При выполнении производственного контроля следует ориентироваться на показатели, критериями для выбора которых служат данные о характере хозяйственной деятельности, геохимических особенностях территории, прогнозируемом качестве подземных вод.

С целью оперативного реагирования на опасность появления загрязнения в подземных водах в программу производственного контроля в обязательном порядке включаются определение следующих показателей: перманганатной окисляемости, азота аммония, запаха, мутности, санитарно-показательных микроорганизмов.

В табл. 6 представлены вредные химические вещества,

Таблица 5

## Показатели качества питьевой воды из подземных источников Березитового месторождения

Показатели	Фактически. измеренная	Нормативы	Показатель вредности	Класс опасности
Водородный показатель, рН	8,50	В пределах 6,0 – 9,0		
Жесткость общая	1,6 мг-экв/л (ммоль/л)	7,0		
Общая минерализация (сухой остаток)	150,0 мг/л	1000,0		
Окисляемость перманганатная	3,0 мг/л	5,0		
Железо (Fe, суммарно)	0,25 мг/л	0,3	орг.	3
Медь (Cu, суммарно)	0,1 мг/л	1	орг.	3
нитриты (по NO <sup>2-</sup> )	0,1 мг/л	3,0	с.-т.	2
Нитраты (по NO <sup>3-</sup> )	35,0 мг/л	45	с.-т.	3
Ртуть (Hg, суммарно)	0,0001 мг/л	0,0005	с.-т.	1
Селен (Se, суммарно)	0,0004 мг/л	0,01	с.-т.	2
Сульфаты (SO <sub>4</sub> )	35,0 мг/л	500	орг.	4
Кадмий (Cd, суммарно)	0,0005	0,001	с.-т.	2
Марганец (Mn, суммарно)	0,1	0,1	орг.	3
Стронций (Sr <sup>2+</sup> )	0,05	7	с.-т.	4
Фториды (F), III климатический район	0,05	1,2	с.-т.	2
Хлориды (Cl)	3,0	350	орг.	4
Кремний (Si)	0,05	0,5	с.-т.	2

Таблица 6

**Вредные химические вещества, поступающие в источники водоснабжения**

Вещества	Фактическое содержание, мг/л	Величина норматива, мг/л	Класс опасности
Фосфор элементарный	0,00006	0,0001	1
серебро	0,03	0,05	2
Аммиак (по азоту)	0,5	2,0	3
Кремний	8,0	10,0	2
Натрий	190	200	3
Нитрит-ион	1,0	3,0	2
Нитрат-ион	35,0	45	3

поступающие в источники водоснабжения в результате хозяйственной деятельности человека, определенные по санитарно-токсикологическому лимитирующему признаку вредности.

Хозяйственно-бытовые сточные воды перед сбросом проходят трехступенчатую (флотационную, биологическую и механическую) очистку и обеззараживаются на ультрафиолетовой установке. Среднегодовой объем сброса очищенных сточных вод – 44,5 тыс. м<sup>3</sup>. В табл. 7 приведен перечень загрязняющих веществ и разрешенный сброс загрязняющего вещества в пределах норматива ПДС, в т/год.

Для охраны подземных вод от истощения и загрязнения необходимо осуществлять следующие мероприятия:  
обустройство 1 пояса зоны санитарной охраны;  
обустройство водозаборных скважин измерительной аппаратурой;

мониторинг подземных вод, включая наблюдения за дебитом, уровнем, температурой и качеством подземных вод;

контроль за техническим состоянием скважин, водоподъемного оборудования и зон санитарной охраны (ЗСО);

содержание участка водозабора в надлежащем санитарном состоянии.

Для водозабора определены границы 1, 2 и 3 поясов ЗСО [3].

Первый пояс санитарной охраны (пояс строгого режима) установлен возле каждой эксплуатационной скважины в радиусе 50 м.

Второй пояс санитарной охраны охватывает территорию, использование которой ограничивается в целях защиты источника водоснабжения от микробного загрязнения: для скважины хозяйственно-питьевого водоснабжения расчетная граница – 140 м, для скважин производственного водоснабжения – 180 м.

Третий пояс санитарной охраны (пояс ограничений) – для защиты подземных вод от химических загрязнений: для скважины хозяйственно-питьевого водоснабжения – это 720 м, для скважин производственного водоснабжения – 890 м.

Чтобы не превышать нормы предельно допустимых сбросов, на Березитовом руднике предусмотрены следующие мероприятия:

контроль состава и качества сточных и поверхностных вод;

контроль технического состояния аппаратов и установок, служащих для очистки воды;

содержание участка очистных сооружений в надлежащем санитарном состоянии;

Таблица 7

**Перечень и количество загрязняющих веществ**

Наименование	Допустимая концентрация загрязняющего вещества на выпуске сточных вод в водный объект, мг/дм <sup>3</sup>	Разрешенный сброс загрязняющего вещества, т/год				
		т/год	в том числе по кварталам, т			
			I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.
Взвешенные вещества	41,7	2,0	0,5	0,5	0,5	0,5
Сухой остаток	1000,0	45,2	11,1	11,1	11,5	11,5
БПК полн.	133,0	6,0	1,5	1,5	1,5	1,5
Хлориды	300,0	13,2	3,3	3,3	3,3	3,3
Сульфаты	100,0	4,4	1,1	1,1	1,1	1,1
Аммоний-ион (по азоту)	56,9	2,4	0,6	0,6	0,6	0,6
Нитриты	11,0	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1
Нитраты	40,0	2,0	0,5	0,5	0,5	0,5
Фосфаты	30,1	1,2	0,3	0,3	0,3	0,3
Нефтепродукты	5,7	0,24	0,06	0,06	0,06	0,06
Фенолы	0,08	0,0036	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009
Жиры	0,05	0,0024	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
СПАВ	72,9	3,2	0,8	0,8	0,8	0,8
Железо	0,1	0,006	0,002	0,002	0,002	0,002

недопущение загрязнения береговой полосы и водного объекта;

запас оборудования и материалов на случай ликвидации аварийных ситуаций.

1. «Водный кодекс Российской Федерации» от 03.06.06 № 74-ФЗ.

2. ГОСТ Р 51232-98 «Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества».

3 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения». СанПиН 2.1.4.1110-02», утвержденные Главным государственным санитарным врачом РФ 26.02.02.

4. «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» Федеральный закон от 30.03.09 № 52-ФЗ.

5. «Положение о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании», утвержденное Постановлением Правительства РФ от 24.06.2000 № 554.

6. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

7. СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод от загрязнения».

8. СП 2.1.5.1059-01 «Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения»: Санитарные правила. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2001.

9. СП 2.6.1.758-99 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99)».