



Лекция 8
ВОЗДЕЙСТВИЕ ГОРНОГО
ПРОИЗВОДСТВА НА ВОДНЫЙ
БАССЕЙН

Гидросфера представляет собой водную оболочку Земли. Она играет определяющую роль в глобальном цикле вещества на Земле, осуществляя эрозию и денудацию горных пород, перенос и отложение продуктов их разрушения

Распределение воды в природе (Львович, 1986)

Объекты гидросферы	Объем воды, млн.км³	% от общего объема
Мировой океан	1370,323	93,96
Подземные воды	60	4,12
Ледники	24	1,65
Озера	0,28	0,019
Почвенная влага	0,085	0,006
Пары атмосферы	0,014	0,001
Речные воды	0,0012	0,0001
ИТОГО	1454,7	100

Роль воды в природе

Вода имеет большую теплоемкость, является растворителем и участвует в биологическом круговороте веществ.

Для многих живых организмов она служит средой обитания.

Моря и океаны накапливают тепло, поглощая энергию Солнца, определяют климат и изменение погоды.

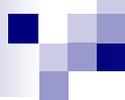
Вода - это сама жизнь, в живых организмах она участвует в процессах обмена, обеспечивая нормальное развитие жизни:

человек на 60-80 % состоит из воды; при потере 12 % воды у человека останавливается сердце, а потеря 6-8 % вызывает обморок.





- **8.1. Основные законы, в области охраны гидросферы и нормирование воздействия**



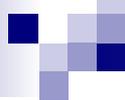
Основными законами и подзаконными актами в области защиты гидросферы на сегодняшний день являются следующие:

Закон РСФСР «Об охране окружающей природной среды», 1991 г.

Водный кодекс Российской Федерации, 1995 г.

Закон Российской Федерации «Об экологической экспертизе», 1995 г.

Федеральный закон «О плате за пользование водными объектами», 1998 г.

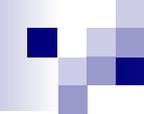


ПДК предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ – это максимальная концентрация вредного вещества, которая за определенное время воздействия не влияет на здоровье человека и его потомство, а также на компоненты экосистемы и природное сообщество в целом.

В тех случаях, когда ПДК не определены и находятся только на стадии разработки, используют следующие показатели: - ВДК – временная допустимая концентрация; - ОДК – ориентировочно допустимая концентрации.

Предельно допустимый сброс (ПДС) - максимальное количество загрязняющего вещества, которое разрешается сбрасывать в водоем в единицу времени данному конкретному предприятию, не вызывая при этом превышения в воде предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ и неблагоприятных экологических последствий. ПДС может выражаться в г/мин, кг/сутки, т /год и т.д.

- Значения нормативных показателей оговорены в следующих нормативных документах:**
- **Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения (СанПиН № [4630-88](#)). Утверждены Заместителем Министра здравоохранения СССР, Главным санитарным врачом СССР.**
 - **Перечень предельно допустимых концентраций и ориентировочно безопасных уровней воздействия вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. Москва, Роскомрыболовство. 1995 г.**
 - **Г.Н.2.1.5.558-96. «ПДК и ОДУ вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования».**
 - **Постановление Правительства Российской Федерации от 19 декабря 1996 г. № 1504 «О порядке разработки и утверждения нормативов предельно допустимых вредных воздействий на водные объекты».**
 - **Постановление Правительства Российской Федерации от 3 апреля 1997 г. № 383 «Об утверждении Правил предоставления в пользование водохозяйственных объектов, находящихся в государственной собственности, установления и пересмотра лимитов водопользования, выдачи лицензии на водопользование и распорядительной лицензии».**
 - **Постановление Правительства Российской Федерации от 16 июня 1997 г. № 716 «Об утверждении Положения об осуществлении государственного контроля за использованием и охраной водных объектов».**



**■ 8.2. Понятие о
водопользовании,
водопотреблении и
водоотведении при добыче и
переработке полезных
ископаемых**

Использование водных ресурсов подразумевает:

1) водопотребление связано с изъятием воды из водоемов, водотоков, подземных водоносных пластов. При этом часть воды после использования, пройдя соответствующую очистку, возвращается в гидрографическую сеть или водоносные горизонты, а часть воды безвозвратно теряется, так как входит в состав промышленной или сельскохозяйственной продукции, испаряется, инфильтруется в грунты и не попадает в места водозаборов.

2) водопользование. При нем вода является средством производства и не изымается из источников.

К системе водопользования относятся гидроэнергетика, водный транспорт, рыбное хозяйство, водный туризм и др.

По месту и процессам образования, техногенные воды горных предприятий можно разделить на следующие группы:

1. Технологические сточные воды обогатительного передела:

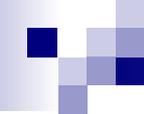
сточные воды основных технологических процессов обогащения:

- технологические хвосты – твёрдые и жидкие отходы непосредственно процесса обогащения;
- сточные воды вспомогательных технологических процессов обогащения:
 - сливы и фильтрат от сгущения и обезвоживания концентратов – жидкие отходы вспомогательных процессов обогащения;
 - стоки мокрой газоочистки – сточные воды после очистки отходящих дымовых газов;
 - смывные стоки – стоки смыва полов и стен, после охлаждения подшипников, компрессоров, гидрообеспыливания и др.
- инфильтрационные стоки хвостохранилищ;

2. Растворы технологических процессов;

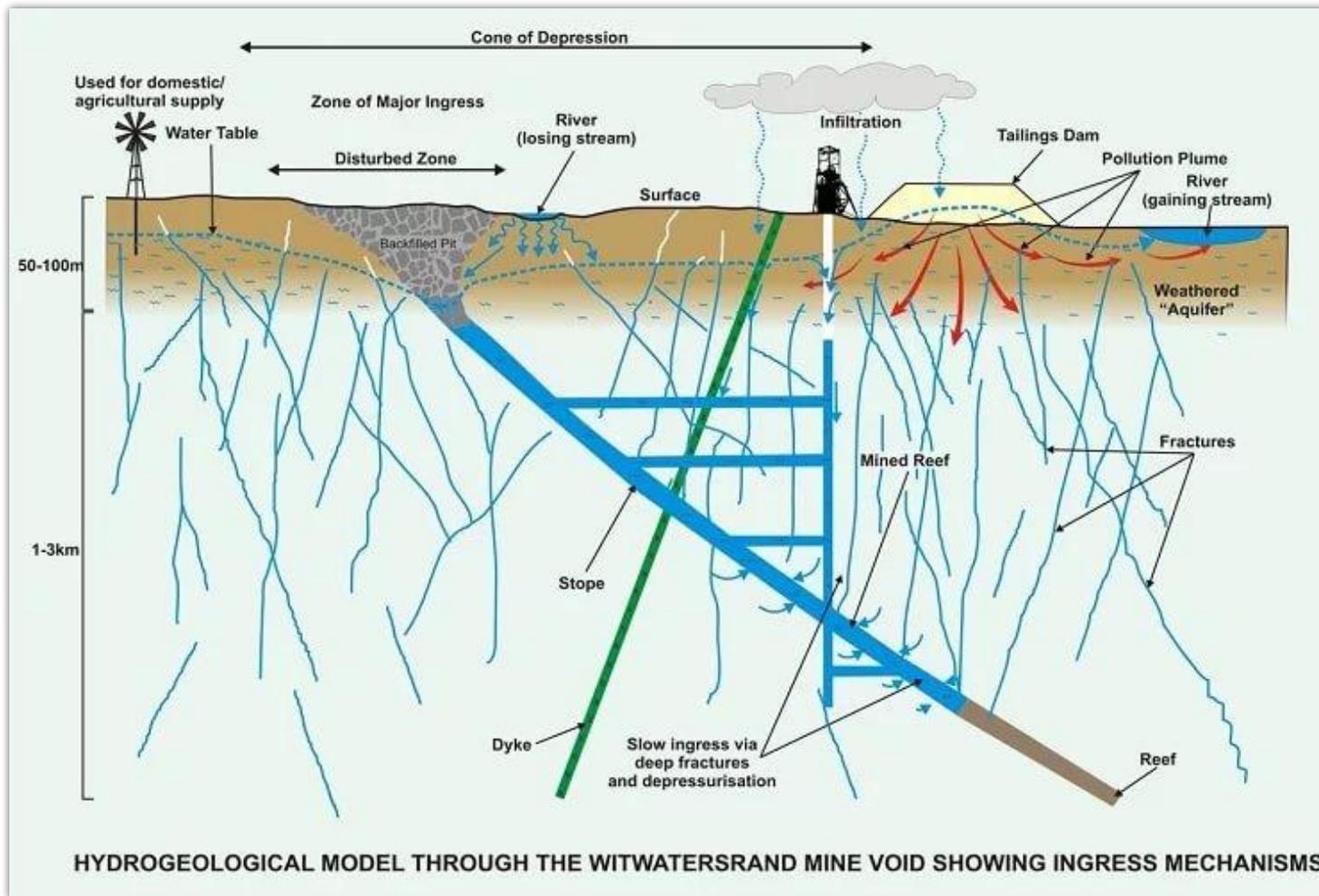
- *3. Воды, продуцированные атмосферными осадками:*
- дождевые с промплощадок (ливневые);
- от таяния снега с промплощадок (талые);
- ПОДОТВАЛЬНЫЕ ВОДЫ:
- из-под отвалов пустой породы и забалансовых руд;
- из-под отвалов отходов обогащения и металлургии;
- с площадок складирования сырья;

- *4. Пропутно-извлекаемые воды горнодобывающих предприятий:*
- карьерный водоотлив;
- шахтный водоотлив;
- дренажные воды



- **8.3. Воздействие горного производства на состояние и качество поверхностных и подземных вод**

Влияние горного предприятия на гидросферу



Загрязнение

Засорение

Истощение

Водное хозяйство в горной промышленности отличается тем, что забор и сброс воды в процессе добычи превышает потребление воды на производственные нужды отрасли более чем в 3 раза

**причем для шахт в 7 - 14 раз,
для разрезов – в 3- 4,5 раза.**

Водопотребление при добыче и переработке полезных ископаемых обычно связано с хозяйственно-бытовыми и коммунальными, производственными и техническими нуждами, пожаротушением.

Карьер «Мир»



Найдя себе множество выходов, рассол изливается прямо на дно карьера в объеме 1200 куб м/час. Это за сутки в карьер попадает 28800 куб. м рассолов.



*Горнодобывающее производство оказывает
3 вида воздействия на водный бассейн:*

- 1. изменение водного режима**
- 2. загрязнение вод**
- 3. засорение вод**

1. Изменение водного режима

Происходит в результате осушения месторождений.

Осушение в горном деле — совокупность технических мероприятий, снижающих обводненность месторождений полезных ископаемых и регулирующих режим притоков воды в горные выработки.

Осушение включает в себя:

- отвод поверхностных вод,
- снижение уровня подземных вод,
- откачку вод из горных выработок за пределы месторождения полезных ископаемых.

Поэтому, как правило, горнодобычные работы сопровождаются искусственным водопонижением.

Только при добыче угля из шахт и разрезов откачивается около 14 км^3 воды в год.

В практике обычно используют три способа водопонижения:

- *с поверхности* - сооружение дренажных устройств (скважин, канав и т.д.) непосредственно на земной поверхности ;
- *подземный* - средства водопонижения располагают в горных выработках ;
- *комбинированный* - сочетание способа водопонижения с поверхности и подземного.

- Естественный режим подземных вод нарушается с момента вскрытия технологическими горными или дренажными выработками первого от поверхности водоносного горизонта и после откачки из него воды. При этом запасы подземных вод сокращаются, а состояние и качество поверхностных вод существенно ухудшается. На значительной площади месторождения образуется депрессионная воронка, размеры которой зависят как от геологических и гидрогеологических условий района месторождения, так и от продолжительности его разработки.

**На поверхности земли нарушение состояния
подземных и поверхностных вод проявляется в:**

- полном осушении заболоченных участков,
- уменьшении запасов вод в поверхностных водоемах и водотоках,
- осушении колодцев и неглубоких водозаборных скважин,
- исчезновении источников, небольших ручьев и речек.

При прекращении откачек в связи с завершением горных работ со временем депрессионные воронки исчезают и режим подземных вод восстанавливается.

Существенное влияние на режим и состояние поверхностных, грунтовых и подземных вод оказывают отвалы и гидротехнические сооружения горных предприятий (гидроотвалы, хвосто- и шламохранилища, водохранилища и пр.).

Крупноплощадные отвалы обладают большой площадью водосбора. Воды атмосферных осадков, стекающие с поверхности отвалов или профильтровавшиеся через толщу пород, загрязняются и засоряются и, в свою очередь, загрязняют и засоряют поверхностные водоемы и водотоки.

3. Засорение вод

В отличие от загрязнения **ПОД ЗАСОРЕНИЕМ ВОД** имеют в виду поступление в водоем посторонних нерастворимых в воде предметов, не изменяющих качество воды, но влияющих на качественное состояние водоемов, что затрудняет использование водных объектов.

При открытой разработке месторождений полезных ископаемых, расположенных в непосредственной близости от берегов озер, морей и океанов, может возникнуть засорение водного бассейна и, как следствие, измениться характер прибрежной зоны. Этот вид воздействия на водный бассейн наиболее характерен для разработки россыпных месторождений.

Река после золотодобычи



Например: отмечен факт значительного ускорения накопления осадков в заливе Сан-Франциско (США), после того как на берегах залива и впадающих в него рек приступили к разработке месторождения золота.

За 60 лет было размыто около 2 млрд. м³ породы. Более половины ее осело в заливе и прилегающих к нему водных артериях. Это привело к значительному изменению конфигурации береговой линии и уменьшению площади залива на 11 %.

Горное производство оказывает на природные воды

1) прямое и 2) косвенное воздействие.

К первой группе относятся виды воздействия непосредственно на водные объекты, приводящие к истощению запасов вод, изменению их режимов, состояния и качества: осушение месторождений, отбор вод для технологических процессов обогащения, гидровскрыши, гидродобычи, сброс дренажных и сточных вод в поверхностные водоемы и водотоки, подземные горизонты и пр.

Ко второй группе относятся виды воздействия на другие элементы окружающей среды (землю, воздух, растительность), в результате которых ухудшаются состояние и качество природных вод.

Результаты как прямого, так и косвенного воздействия проявляются в состоянии вод и других элементов окружающей среды на значительных территориях, во много раз превосходящих по площади зону прямого воздействия на воды, что свидетельствует об обусловленности и взаимосвязи процессов, протекающих в биосфере, и их высокой чувствительности к антропогенному вмешательству.

2. Загрязнение вод

Под **загрязнением вод** понимают их насыщение вредными веществами в таких количествах или сочетаниях, в результате чего ухудшается качество вод и водный объект признается загрязненным в соответствии с принятыми нормами.

В результате осушения месторождения возникает опасность загрязнения пресных вод минерализованными водами (за счет перетоков из ниже лежащих горизонтов), что может привести к снижению их качества или сделать вообще непригодными для питьевого использования.

Acid Mine Drainage (AMD)

Рио Тинто (Rio Tinto) Испания известна благодаря своей насыщенной кислотой воде (рН фактор 1.7–2.5) и множеством тяжелых металлов. Более чем 5000 лет добычи полезных ископаемых рядом с руслом способствовали загрязнению реки, превратив Тинто в чрезвычайно опасное место.



Источник:

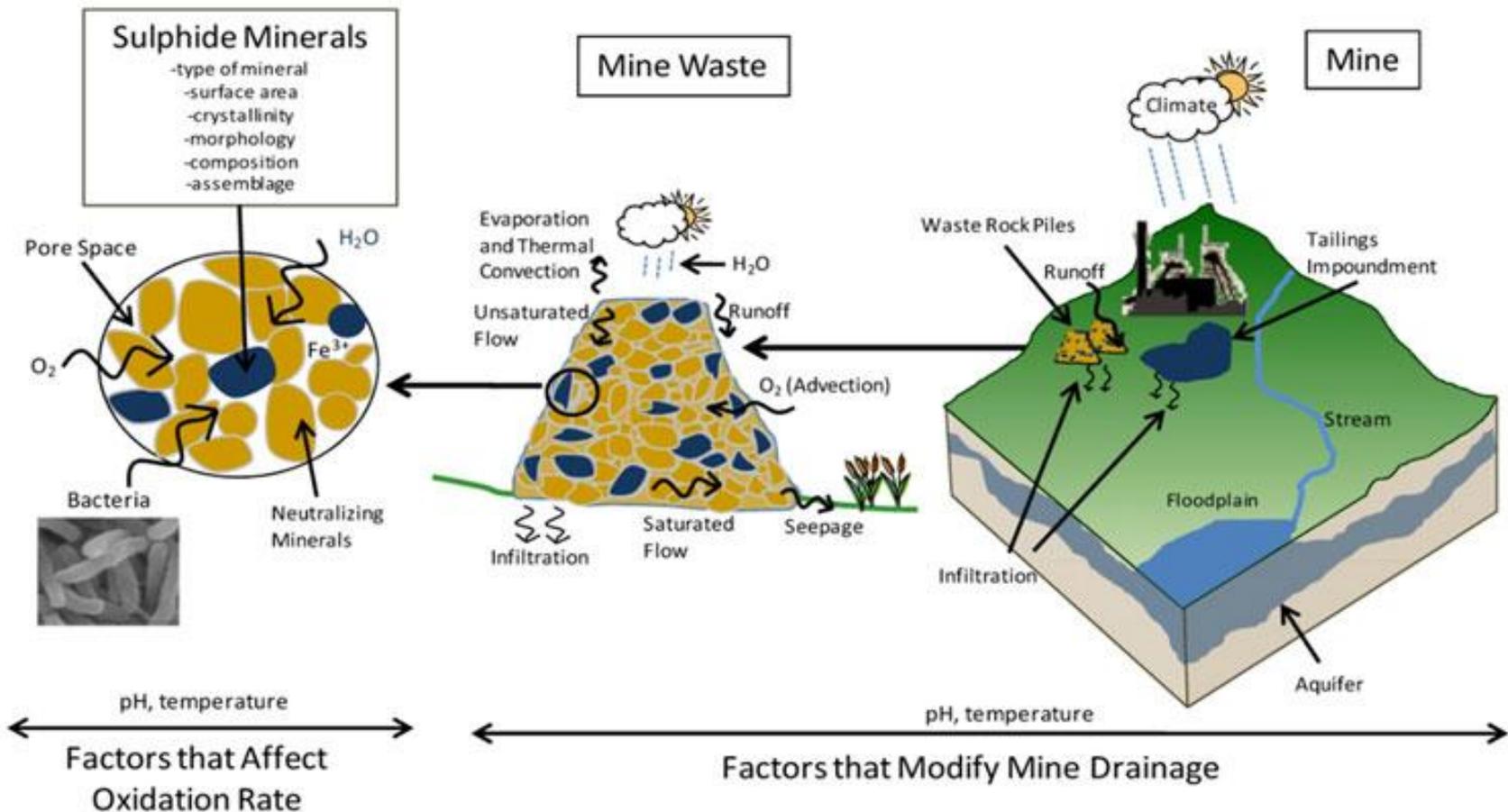
<https://fishki.net/anti/96988-reka-rio-tinto-v-ispanii-11-foto.html?mode=tag:reka-rio-tinto>

Некогда чистая река Большая Белая, давшая название руднику и поселку, теперь представляет собой поток шахтных вод. Они стекают в пруд-отстойник, прозванный за цвет воды Малахитовой лужей.



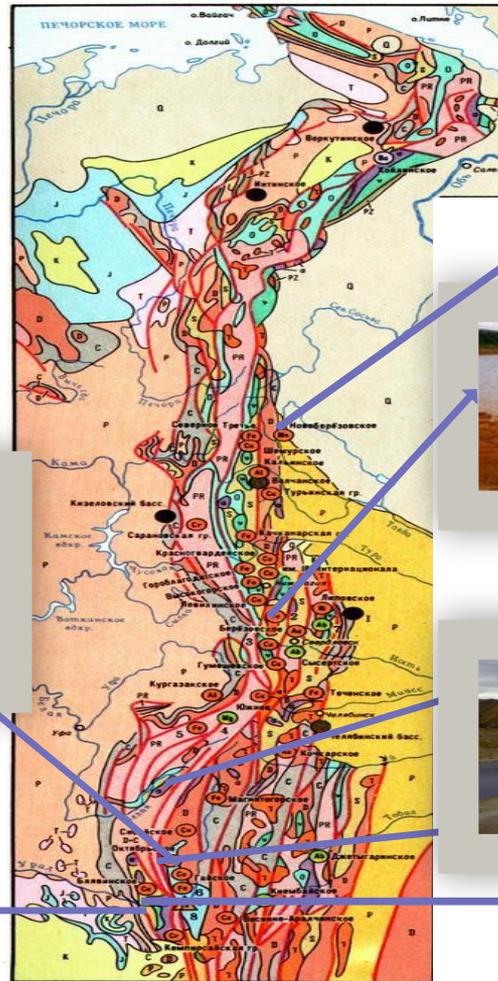
https://uraloved.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=2932&catid=83

Образование Acid Mine Drainage (AMD)



Техногенные воды разработки медно-цинковых колчеданных месторождений

Урала, суммарный объем свыше 40 млн.м³/год



Затопленный карьер.
Месторождение «Бакр –
Тул»
Тусые подотвальные воды.
Месторождение «Сибайское»



3150 тыс м³/год

Шахтные воды.
Месторождение «Сибайское»



25 тыс м³/год

Подотвальные воды
ООО «Медногорский МСК»

2100 тыс м³/год



Карьерные воды
месторождение «
Тарньер»

1300



Шахтные воды
Левихинского
5500 тыс м³/год



Шахтные и подотвальные воды
Учалинское месторождение



ЗАУ «Буриваевский I УК»



Затопленный карьер. Месторождение «Блявинское»

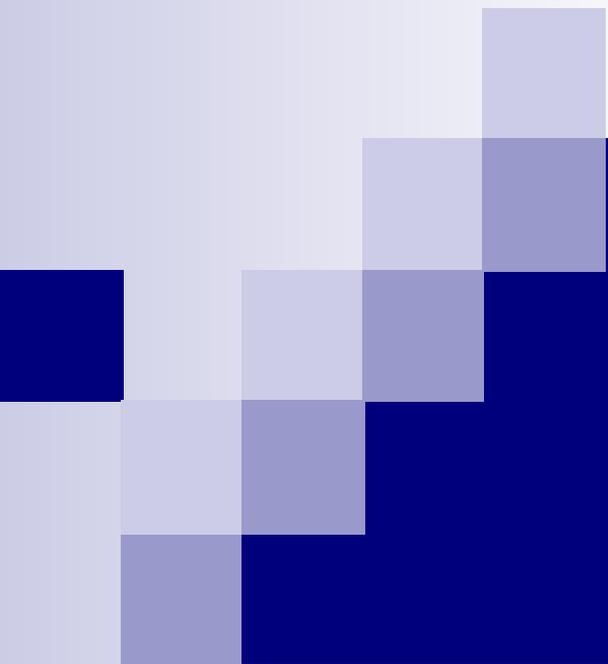
Обобщенная характеристика рудничных и подотвальных вод горных предприятий Южного Урала

Название характеристики (компонента)	Ед.изм.	Кларк, мг/дм ³		Концентрация, С мг/дм ³ Кларковая концентрация, С / К _{кв}					
		в поверхностных водах, К _{ле}	в подземных водах зоны гипергенеза, К _{гг}	Карьерные		Шахтные		Подотвальные	
				min	max	min	max	min	max
рН	ед. рН	-	-	3,87	7,15	3,5	8,2	1,75	3,3
Взв. в-ва	мг/дм ³	-	-	25,5	275,6	16,9	56,6	43,4	348,5
Сухой остаток	мг/дм ³	-	-	303	2660,7	595,5	4025	10000	35794
Сульфаты	мг/дм ³	8,25	76,6	111,38	1532,4	190	34770	2463,7	85364,2
				1,45	20,01	2,48	453,92	32,16	1114,42
Хлориды	мг/дм ³	5,75	59,7	18,17	115,8	44,12	1164	82,4	1773
				0,30	1,94	0,74	19,50	1,38	29,70
Медь	мг/дм ³	0,007	0,0558	0,014	67,4	0,001	1920	219,23	1308,4
				0,25	1207,89	0,02	34408,60	3928,85	23448,03
Цинк	мг/дм ³	0,02	0,0414	1,611	189,7	0,01	18	116,04	4818,9
				38,91	4582,13	0,24	434,78	2802,90	116398,55
Железо общ.	мг/дм ³	0,04	0,481	0,067	240,3	0,067	10080	216,27	6920
				0,14	499,58	0,14	20956,34	449,63	14386,69
Жесткость	мг-экв/дм ³	-	-	2,4	20,9	4,85	32,4	38,4	356,6

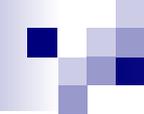
Жидкие отходы

Металлоносные воды

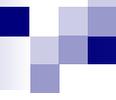
Элемент ВРС ГПУ



Лекция 9
**МЕРОПРИЯТИЯ ЗАЩИТЫ
ГИДРОСФЕРЫ**



- **9.1. Факторы, влияющие на качественно-количественные характеристики природно-техногенных вод**



Все характеристики вод, пространственные, объёмные, качественные и, как совокупность, технологические, прямо или косвенно определяются природными и искусственными факторами.

Природные факторы включают:

- а) **климатические** (количество выпадающих атмосферных осадков);
- б) **геоморфологические** (рельеф местности, степень обнаженности коренных пород, наличие многолетней мерзлоты, поверхностных текущих вод и др.);
- в) **гидрогеологические** (количество водоносных горизонтов, их мощность, напоры, гидравлическая связь с поверхностными водами, изменение водопроницаемости пород с глубиной и др.);
- г) **геологические** (литологический состав вмещающих рудные минералы пород, структурные особенности, тектоническая нарушенность);

К числу искусственных факторов относятся:

- а) **способ и системы разработки;**
- б) **схемы водоотведения рудничных вод;**
- в) **используемые технологии очистки вод и утилизации шламов.**

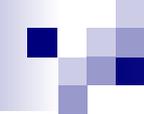
Качественный состав загрязнений вод зависит, прежде всего, от химического состава руд и вмещающих пород разрабатываемого месторождения.

Процесс формирования химического состава сточных вод ограничен строго определенным набором геохимических ситуаций, выражаемых через окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) Eh - pH показатели.

На южном и среднем Урале выделяют следующие геохимические типы природно-техногенных и сточных вод горных предприятий.

1-й тип – кислые кислородные с высокими значениями окислительно-восстановительного потенциала. Такие условия отмечены в рудничных водах при добыче медноколчеданных руд и в формирующихся в соответствующих техногенно-минеральных образованиях сточных водах. В водах в аномально высоких концентрациях присутствуют *Cu, Zn, Fe, Mn, V, Ni и Co*.

2-й тип – щелочные с низкими положительными значениями окислительно-восстановительного потенциала. Этим условиям отвечают подотвальные воды, продуцирующиеся, например, в шлаковых отвалах ОАО «НТМК». Наибольшие концентрации в этих водах имеются по *V, Cu, Mn и Cr*. Высокие содержания *Cu, Mn и V* отмечены также и в донных отложениях вблизи выхода этих вод.



3-й тип - околонеитральные бескислородные с низкими положительными значениями окислительно-восстановительного потенциала. Подобным геохимическим условиям отвечают дренажные воды Высокогорского, Естюнинского, Гороблагодатского и других железных рудников, промстоки ОАО «НТМК». Для большинства этих стоков характерны высокие содержания *Mn*, *V*. В донных отложениях систем водоотведения данного геохимического типа фиксируются высокие содержания *Zn*, *Cu*, *Cr*, *Pb* и реже *Ni* и *Co*.

4-й тип - околонеитральные и щелочные сульфидные с отрицательными значениями окислительно-восстановительного потенциала. Подобным геохимическим условиям отвечают воды шламохранилищ обогатительных фабрик и подотвалыше воды железорудных месторождений. Фиксируется эпизодическое увеличение концентраций в воде *Cu*, *Mn*, *Zn*. В донных отложениях на выпуске отстоявшихся вод и в самих шламах обогатительных фабрик отмечаются аномалии по *Cd*, *Zn* и *Co*.



9.2. Принципы защиты

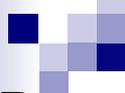
**поверхностных и подземных вод при
разработке месторождений полезных
ископаемых**

В соответствии со статьей 59 Водного кодекса юридические лица, деятельность которых оказывает или может оказать негативное воздействие на состояние подземных водных объектов, обязаны принимать меры по предотвращению загрязнения, засорения подземных водных объектов.

На водосборных площадях подземных водных объектов, которые используются или могут быть использованы для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, не допускается размещать объекты размещения отходов производства и потребления, и иные объекты, оказывающие негативное воздействие на состояние подземных вод.

В случае если при использовании недр вскрыты водоносные горизонты, необходимо принять меры по охране подземных водных объектов.





В основу разработки и реализации мероприятий по охране природных вод закладываются три методологических принципа:

- 1) сохранение ресурсов и предотвращение нарушения состояния и качества вод;
- 2) при необходимости нарушения – рациональное использование;
- 3) в процессе и после использования – восстановление качества и состояния, восполнение запасов.

В соответствии с этими принципами комплекс мероприятий по охране природных вод подразделяется на две группы:

предохранительного характера, направленные на сохранение запасов, режимов и качества поверхностных и подземных вод.

восстановительного характера, включающие рациональное использование, очистку и возврат вод в поверхностные водоемы и водотоки, подземные горизонты.



9.3. Мероприятия по защите

поверхностных и подземных вод от

загрязнения

Основные мероприятия предохранительного характера, направленные на уменьшение объемов загрязненных рудничных вод

- -организация предварительного осушения;
- -заградительный дренаж (в том числе контурный и с использованием систем водопонижительных и водопоглощающих скважин), а также поглощающий дренаж с обособленным отводом воды;
- -изоляция водоисточников, например, водонепроницаемыми завесами (экранами);
- -создание надежных систем канализации ливневого и талого стоков с территории горного отвода;
- -откачка талых и дождевых вод из мест оседаний и провалов;
- -нормированный расход технологической воды;
- -откачка подземных вод при разработке месторождения.

Мероприятия по сохранению запасов поверхностных вод:

Перенос русла



Мероприятия по сохранению запасов подземных вод:

- 1) сбрасывание или перекачка подземных вод разрабатываемой толщи пород в ниже-лежащие водоносные горизонты;
- 2) сооружение барражей типа «стена в грунте», противодиффузионных завес, гидро- и пневмозавес.

Комплекс восстановительных мероприятий включает очистку дренажных (карьерных, шахтных, рудничных) и сточных вод горных производств, использование их для обеспечения деятельности горных предприятий, организацию оборотного водоснабжения, предотвращение или сокращение сброса дренажных и сточных вод в поверхностные водоемы и водотоки, их загрязнения и засорения.

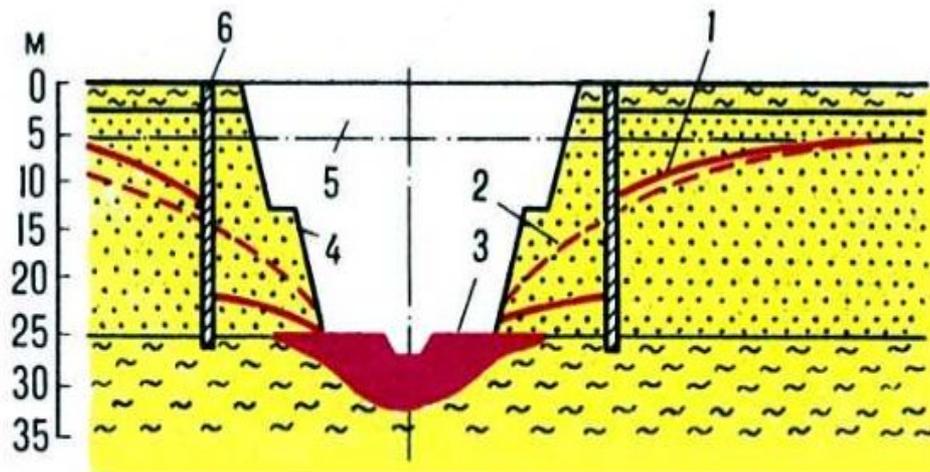


Схема расположения контурной совершенной барражной завесы на карьере в разрезе: 1 – уровень подземных вод после сооружения барражной завесы; 2 – уровень подземных вод без барражной завесы; 3 – полезное ископаемое; 4 – уступы карьера на конец отработки; 5 – естественный уровень подземных вод; 6 – барражная завеса.

Типовые методы и средств защиты малых рек от загрязнения сточными водами

1. Организационные водоохранные мероприятия и средства защиты

а) Организационные водоохранные мероприятия для защиты вод малых рек от поступления стоков с обрабатываемой открытым способом площади месторождения

б) Организационные водоохранные мероприятия для защиты вод малых рек от поступления стоков, содержащих нефть и нефтепродукты

в) Осуществлять мониторинг и контроль качества воды малых рек

2. Лесотехнические мероприятия на поймах рек, на которых ведется отработка месторождений

3. Гидротехнические мероприятия на обрабатываемых месторождениях, реках и их водосборах

4. Противозерозионные мероприятия на водосборах малых рек в районе расположения месторождения

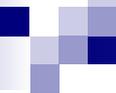
5. Естественнобиологические мероприятия на реках и их водосборах в районе расположения месторождения

6. Инженерные средства и мероприятия по защите малых рек от загрязнения сточными водами при отработке месторождений открытым способом

а) Очистка сточных вод от взвешенных веществ

б) Очистка сточных вод от тяжелых металлов

в) Очистка сточных вод от органических и бактериальных загрязнений



К основным мероприятиям следует отнести

Экранирование. Для защиты подземных вод могут быть применены многослойные барьерные и фильтрующие продукты на участках аккумуляции загрязненных поверхностных вод и площадках выщелачивания.

Оборотное водоснабжение на обогатительных фабриках. Переход от «прямоточного» (река – предприятие – река) водоснабжения к замкнутому циклу, в котором однажды взятая вода все время находилась бы в обороте (как, например, при охлаждении автомобильного мотора), - основное направление в охране водных ресурсов, предполагающее полное исключение попадания сточных вод в реки и водоемы.

Современными проектами обогатительных фабрик горных предприятий предусматривается достаточно высокий уровень оборотного водоснабжения (до 90 – 95% и более).

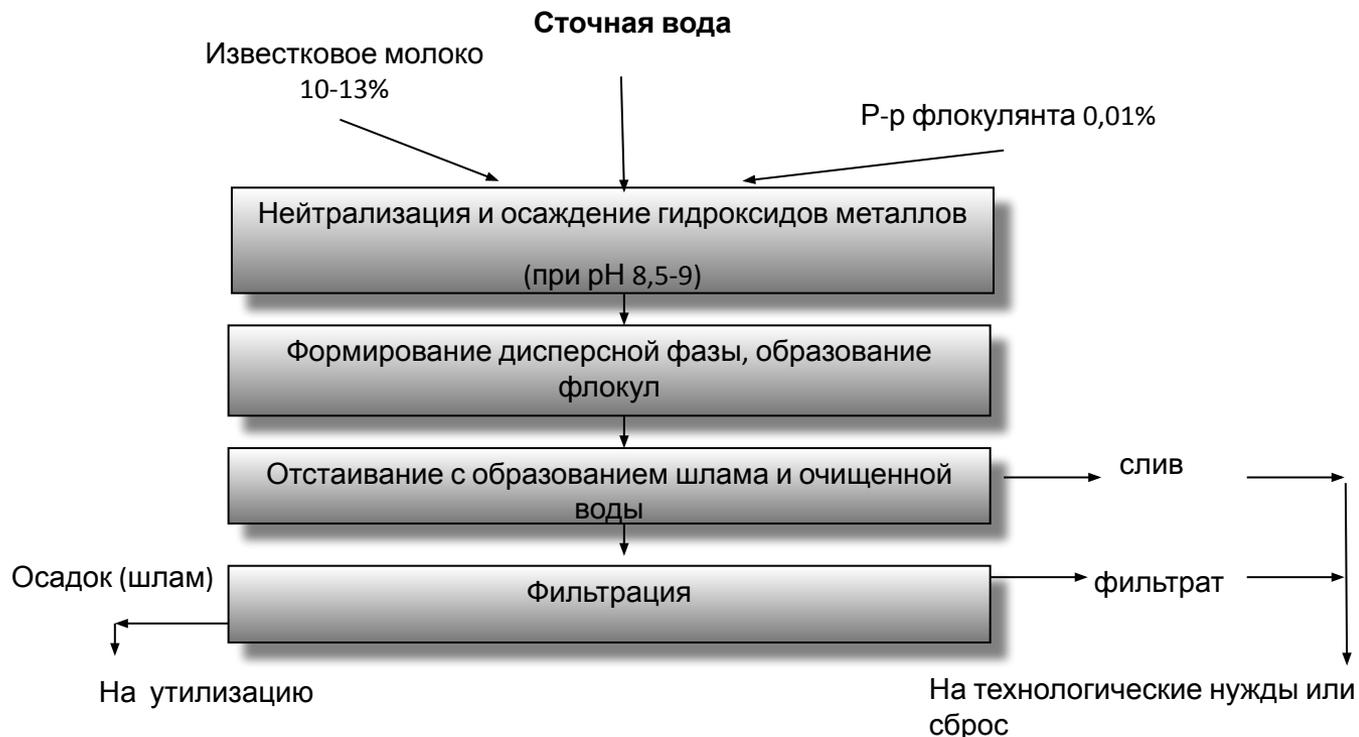


9.4. Методы очистки вод

Техногенные воды Сибайского филиала ОАО «УГОК»



Известкование-флокуляция



Предприятие	Промплощадка	Очистные сооружения	Производительность, м ³ /сут	Средняя исходная концентрация, мг/дм ³		Массовая доля в осадке, %	
				Медь	Цинк	Медь	Цинк
ОАО «УГОК»	Учалинская	Станция нейтрализации шахтных подотвальных и дебалансных вод	15000	220	510	1,2-0,7	1,6 - 5,3
	Сибайский филиал	Очистные сооружения шахтных вод подземного рудника	7200	5	20	0,2-1,3	1,5 - 4,4
ООО «ММСК»	Медногорская	Участок флокуляции брикетной фабрики	150	500	100	1,6-7,6	1,8-4,0



Станция нейтрализации шахтных и подотвальных вод СФ УГОК г. Сибай (пруды - накопители)



Станция нейтрализации шахтных и подотвальных вод на Тарньерском месторождении СМЦР «Святогор»



Станция очистки производственных сточных вод Шахта Юбилейная г. Новокузнецк



Станция нейтрализации шахтных сточных вод УГОК г. Учалы (блок вертикальных отстойников)

В настоящее время только в угольной промышленности действуют 568 типов очистных сооружений, предназначенных для удаления взвешенных веществ и обеззараживания шахтных вод.

Большинство очистных сооружений (86 %) является сооружениями механической очистки, они работают по принципу гравитационного осаждения и представлены отстойниками и прудамиотстойниками различных типов, размеров и вместимости; оставшая часть (14 %) – сооружениями физико-химической очистки.

Механическая очистка

на 26 % сооружений производится только в отстойниках,

на 36 % – в прудахотстойниках ,

на 38 % – в 2 ступени: сначала в отстойниках, а затем в прудах отстойниках или фильтрах с песчаной загрузкой.

К наиболее типичным для угледобывающих предприятий по набору методов очистки можно отнести представленную ниже схему очистки шахтных вод

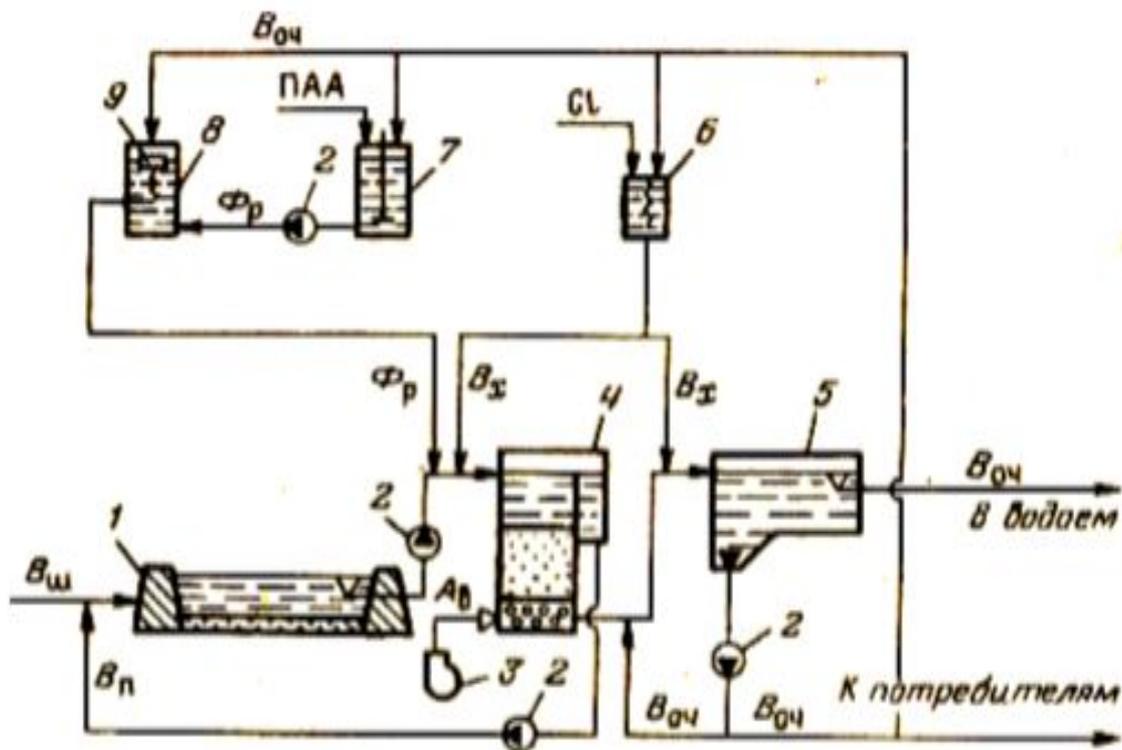


Схема цепи аппаратов для очистки сточных вод с использованием прудов-отстойников и скорых фильтров на весь приток: 1 – пруд-отстойник; 2 – насосы; 3 – воздуходувка; 4 – скорый фильтр; 5 – резервуар очищенной воды; 6 – хлоратор; 7 – растворный бак флокулянта; 8 – расходный бак флокулянта; 9 – поплавковый дозатор; $V_{ш}$ – исходная шахтная вода; Φ_r – раствор флокулянта; V_x – хлорная вода; $V_{п}$ – промывная вода; $V_{оч}$ – очищенная шахтная вода; $A_{в}$ – воздух

