

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ АССОЦИАЦИЯ «СИБИРСКОЕ СОГЛАШЕНИЕ»  
АДМИНИСТРАЦИЯ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ  
КОМИТЕТ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ПО ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ  
РОССИЙСКОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО



# МАТЕРИАЛЫ

## РЕГИОНАЛЬНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ ГЕОЛОГОВ СИБИРИ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА И СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

ТОМ I

Региональная геология

Геология нефти и газа

Гидрогеология и инженерная геология

Нормативно-правовое регулирование природоресурсных отношений

Геологическое и горное образование

Технология и техника геологоразведочных работ, горное дело

производства работ, количества и видов работ, входящих в периоды. Поэтому большую актуальность приобретают вопросы, связанные с фундаментальными исследованиями процессов, видов и периодов загрязнения водных объектов при отработке россыпных месторождений природных ископаемых.

На основании выполненного анализа ряда рабочих проектов по разработке россыпных месторождений золота в Забайкалье, установлено, что все вышеперечисленные способы открытой разработки месторождений золота включают в себя следующие этапы производства работ: подготовительный, добычный (эксплуатационный), рентавационный и послерентавационный, в которые необходимо определить степень влияния объекта на экологическое состояние водотоков и водоемов.

Проведенные нами исследования по разработке россыпей позволили выделить пе-

риоды (этапы) производства работ, виды работ и соответствующие им основные виды вредного воздействия на водные объекты которые приведены в табл. 1.

Проведенные исследования обрабатываемых, проектируемых к отработке и повторно обрабатываемых россыпных месторождений золота показали, что загрязнение водных объектов происходит в разные периоды отработки, в которые как, правило, выполняются соответствующие им виды работ. Нагрузка на водные объекты зависит от периода отработки и состава работ, выполняемых в этот период. При расчете нормативов предельно допустимых сбросов загрязняющих веществ в водные объекты необходимо определять период, в который загрязнение рек будет наибольшим по сравнению с другими периодами.

Кроме того необходимо учитывать:

1) одновременное воздействие нескольких отработанных месторождений золота;

2) способы отработки;

3) расположение отработанных россыпей относительно водного объекта и друг друга.

Оценка влияния должна выполняться согласно требованиям «Методических указаний по разработке нормативов предельно допустимых вредных воздействий на поверхностные водные объекты» и «Методики расчета предельно допустимых сбросов (ПДС) веществ в водные объекты со сточными водами».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Методические указания по разработке нормативов предельно допустимых вредных воздействий на поверхностные водные объекты. - М.: 1999. - 8 с.
2. Сулин Г. А. Техника и технологии разработки россыпей открытым способом. - М.: Недра, 1974. - 23-45 с.
3. Лешков В. Г. Разработка россыпных месторождений: Учебник для техникумов. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Недра, 1985. - 568 с.

## ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ГОРЛОВСКОГО БАССЕЙНА И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ОЦЕНКЕ УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ УГОЛЬНЫХ КАРЬЕРОВ

Горловский каменноугольный бассейн является единственным в Сибири крупным месторождением высокометаморфозованных малозольных антрацитов, расположенным на юге Западной Сибири. Угли всех стратиграфических горизонтов - малозольные и мало-сернистые, обладают высокими показателями термической стойкости и механической прочности, характеризуются высокой теплотой сгорания, сравнительно легко обогащаются. Горловские антрациты пригодны как высокоуглеродистое сырье для термоантрацита, идущего для изготовления электродов и как энергетическое топливо [1].

Объектом наших исследований явился очень сложный в структурно-тектоническом отношении, но в то же время перспективный угольный бассейн, практически не изученный в инженерно-геологическом отношении. Решение проблем инженерной геологии Горловского бассейна потребовало не только выполнения широкого комплекса исследований, но и анализа достижений в данной области у нас в стране и за рубежом. Анализ работ в области инженерной геологии месторождений полезных ископаемых показал, что в становление и развитие ее значительный вклад внесли российские ученые П. Н. Паников, В. Д. Ломтадзе, И. Л. Фисенко, Г. Г. Скворцов, Г. А. Голодковская, В. Е. Ольховатенко, В. В. Фромм, А. М. Демин и другие. Исследованиями перечисленных авторов показано, что решающее значение при оценке устойчивости бортов карьеров принадлежит инженерно-геологическим особенностям месторождений, выяснение которых является исключительно актуальной проблемой для Горлов-

Севотрусов Г. П. \*, Аваньев В. А. \*\*

\* Томский государственный архитектурно-строительный университет, Томск

\*\* Томский государственный университет, Томск

ского бассейна в связи с предполагаемым строительством на его территории глубоких (более 200 м) карьеров.

Горловский бассейн расположен на восточной окраине обширной Колывань-Томской складчатой дуги. Это сложно построенный, узкий синклиниорий, который представляет собой полосу продуктивных отложений шириной 3-8 км, вытянутую на 120 км в направлении с юго-запада на северо-восток. Он характеризуется развитием пород балахонской серии (С<sub>2-3</sub>-Р) [2], включающей угленосные отложения двух свит: ишановской и кемеровской. Среди отложений бассейна наибольшим распространением в бортах карьеров пользуются верхнепалеозойские песчаники, алевролиты, аргиллиты, каменные угли (антрациты), мергелистые породы, а также глинки, глины, супеси, реже пески и галечники неоген-четвертичных отложений.

Инженерно-геологические условия разработки месторождений открытым способом во многом зависят от структурно-тектонических особенностей месторождений. Наиболее неблагоприятными в этом отношении являются синклиналильные и антиклинальные структуры, с крутыми крыльями, падающими в сторону глубоких выемок. Учитывая крутое (более 70-80°) залегание пород и пластов угля, можно ожидать деформирование бортов по плоскостям напластования или тектоническим зонам. Но особенно опасными в этом отношении окажутся участки с широким развитием крупных дизъюнктивных нарушений с углами падения сместителей более 30-45° в сторону выемки. Выявление и учет последних является первоочередной задачей как при

эксплуатационной разведке, так и в период разработки месторождений [3].

Углемедиащие обломочные породы характеризуются высокой степенью эпигенетических преобразований. Изучение под микроскопом показало на сложный минералогический состав обломочной части. Количественные соотношения наиболее распространенных обломков, таких как эффузивы, кварц, кварциты, полевые шпаты, осадочные породы подвержены значительным колебаниям.

По составу цемента выделяются собственно три типа пород: с глинистым (гидрослюдистым), карбонатным и глинисто-карбонатным цементом. Глинистый цемент преимущественно гидрослюдистый, но мономинеральным бывает редко. В подчиненных гидрослюдам количествах встречаются каолинит, а также серицит и хлорит. Изучение песчанников и алевролитов с глинистым цементом показало, что наиболее высокое временное сопротивление одноосному сжатию (до 78,0 МПа) имеют те из них, в цементе которых, кроме гидрослуд содержится серицит и карбонат, а в обломках полевых шпатов и эффузивов - эпигенетические карбонаты; чаще это доломит, нередко образующий по эффузивам псевдоморфозы. Обломочные породы с глинисто-гидрослюдистым цементом имеют относительно низкие значения временного сопротивления сжатию от 20,0 до 36,0 МПа, а некоторые микрокрешиноватые разномодности всего лишь 7,5 МПа.

Песчаники и алевролиты с мономинеральным карбонатным цементом на месторождениях встречаются редко. Временное со-

Таблица 1. Изменения физико-механических свойств вмещающих горных пород по литологическим разовидностям для различных интервалов глубин

Интервалы глубин, м	Кол-во определений	Физико-механические свойства			
		Плотность влажной породы, т/м <sup>3</sup>	Пористость, %	Временное сопротивление, МПа	
				сжатия	растяжения
<b>Песчаники</b>					
0-100	23	2,10-2,61 2,44	2,71-22,51 9,69	2,5-66,4 27,7	0,4-5,6 3,2
100-200	21	2,33-2,59 2,50	2,76-16,73 8,45	5,3-96,0 29,7	1,3-8,3 4,6
200-300	8	2,50-2,61 2,56	2,86-9,58 4,55	21,7-78,2 46,3	4,5-13,1 6,7
<b>Алевриты</b>					
0-100	54	2,17-2,71 2,49	2,08-21,17 9,08	2,40-60,0 16,86	0,57-8,70 2,72
100-200	56	2,22-2,68 2,56	2,43-7,57 7,44	4,80-79,30 24,14	0,63-6,40 3,00
200-300	27	2,35-2,68 2,57	2,61-10,99 5,15	5,65-50,0 26,98	0,73-9,69 3,47

противление их сжатию достигает 78,2 МПа при пористости 2,86% и как минимальное - 23,0 МПа при пористости 5,6%. Горные породы бассейна характеризуются высокой микротрещиноватостью, поэтому при извлечении их из скважин и длительном пребывании на открытом воздухе они достаточно быстро покрываются системой трещин и теряют свою прочность.

Эпигенетические преобразования горных пород, вмещающих антрациты, оказали решающее влияние на формирование физико-механических свойств, особенно их прочностных показателей. Более ранние их свойства, приобретенные на стадиях сингенеза и диagenеза, оказались практически утраченными или затухающими процессами эпигенеза.

Эпигенетические преобразования угле-вмещающих пород рассматриваются здесь как низкотемпературный метасоматический процесс, который сопровождался выносом из пластов органического вещества, газообразных продуктов и привнесом их во вмещающие горные породы. В последних, в результате замещения глинистых минералов, обломков эффузивов и полевых шпатов появились вторичная гидрослюда, серицит, редко хлорит, доломит (реже кальцит) и регенерационный кварц. Образование эпигенетических минералов сопровождалось появлением вторичных структурных связей и уменьшением пористости пород, что приводило к увеличению их прочности. Так, для песчаников рассматриваемого бассейна при снижении пористости до 2,8% временное сопротивление сжатию достигало 78,2 МПа [4].

Четвертичные отложения на территории бассейна распространены повсеместно, но неравномерно. Общая мощность их в среднем 30 м, максимальная - 100 м в юго-западной части бассейна. Вследствие существенно глинистого состава и малой прочности структурных связей устойчивость четвертичных отложений в бортах карьеров будет самой низкой.

В гидрогеологическом отношении бассейн характеризуется слабой водообильностью пород. Существует как бы одна обводненная зона, так как интенсивная дислоцированность углистых отложений не образует изолированных друг от друга водоносных горизонтов трещинно-пластовых вод. Производительность трещинной зоны в неветрелых породах на различных участках и глубинах непостоянна и по степени водообильности не выходит за пределы слабо водообильных. По данным треста «Кубассулеразведка» в начальной стадии разработки карьера (до горизонта +100) приток воды составит около 20-30 м<sup>3</sup>/час. Для исключения неблагоприятных явлений, связанных с подземными водами, необходимо разработать надежную систему предварительного осушения пород месторождений.

Детальный анализ физико-географических условий и геоморфологии показал, что последние являются в целом благоприятными как для разработки месторождений открытым способом, так и для строительства подъездных путей, поселков и вспомогательных объектов. Однако, в летние периоды ливневых дождей возможно значительное увлажнение пород в бортах карьеров и развитие оползневых деформаций в четвертичных отложениях. В связи с этим при разработке месторождений следует осуществлять отвод поверхностных вод от карьеров.

В соответствии с методическими рекомендациями Г.К.Бондарика, Н.В.Коломенского, И.С.Комарова, Г.А.Сулакшиной исследование закономерностей пространственной изменчивости физико-механических свойств выполнено в пределах сферы взаимодействия карьеров с окружающей геологической средой до глубины 300 м (табл. 1).

Исследования показали, что между плотностью влажной породы, пористостью, прочностными характеристиками и глубиной залегания существует нестационарный режим изменчивости. Если плотность воз-

растает, то пористость падает, а прочностные характеристики значительно повышаются. Средние значения плотности влажной породы увеличиваются на 0,06 т/м<sup>3</sup> на каждые 100 м глубины для песчаников с изменением глубины уменьшается от 8,45% при глубине 200 м до 4,55% на глубине до 300 м. Предел прочности одноосному сжатию, как видно из таблицы, увеличивается, хотя и незначительно, с глубиной, что обусловлено влиянием на прочностные показатели пород до глубины 100-150 м процессов выветривания. Имеются все основания полагать, что прочность пород бассейна по аналогии с Кузбассом была значительно выше (80-100 МПа) в момент достижения наибольшей степени преобразования на стадии катагенеза и метagenеза. В регрессивную фазу литогенеза в результате геотектонических процессов, приведших к складкообразованию, высокой дислоцированности отложений, тектонической нарушенности произошло существенное снижение прочности структурных связей.

Горные породы бассейна претерпели существенные постдиагенетические преобразования, интенсивно нарушены микротрещинами, что наряду с явно выраженной микрослойностью обеспечивает невысокую их прочность. Предел прочности на одноосное сжатие в среднем составляет для песчаников и алевритов с карбонатным цементом соответственно 31,26 и 22,11 МПа, с глинистым цементом 28,33 и 19,50 МПа, а для аргиллитов - 17,17 МПа. Сравнительно невысокая прочность, высокая степень дислоцированности, тектонической нарушенности и трещиноватости пород, крутое их залегание будут обуславливать невысокую устойчивость в бортах карьеров.

#### Выводы

1. Среди изученных компонентов инженерно-геологических условий решающее влияние на разработку месторождений открытым способом будут оказывать структурно-тектонические особенности, степень дислоцированности и тектонической нарушенности угле-вмещающих пород. Наиболее неблагоприятными в этом отношении окажутся синклиналильные и антиклиналильные структуры, с крутыми крыльями, падающими в сторону глубоких выемок.

2. Для бассейна нами установлены закономерности постдиагенетических преобразований пород, которые по своей природе являются метасоматическими и приводят к широкому развитию поликристаллических псевдоморфоз доломита, преимущественно по обломкам полевых шпатов и эффузивов, развитию вторичной гидрослуды и регенерационного кварца, который появляется в результате замещения силикатных минералов (полевых шпатов и глинистых минералов цемента) серицитом и карбонатом. Эти преобразования сопровождалось не только изменением минерального состава пород, но также их пористости и прочности структурных связей.

3. Анализ физико-механических свойств горных пород, вмещающих антрациты, свидетельствует о высокой плотности и низкой пористости последних. Снижение пористости пород достигает 2,8% и, как следствие этого, повышение предела прочности одноосному сжатию до 78 МПа. Существенное нарушение прочности структурных связей произошло в регрессивную фазу литогенеза, а также в процессе выветривания пород. Снижение предела прочности одноосному сжатию достигло для аргиллитов 5,4 МПа, алевролитов 8,0 МПа, песчаников 8,3 МПа.

4. В гидрогеологическом отношении бассейн характеризуется слабой водообиль-

ностью пород. Существует как бы одна обводненная зона, так как интенсивная дислоцированность угленосных отложений не образует изолированных друг от друга водоносных горизонтов трещинно-пластовых вод.

5. Детальный анализ физико-географических условий показал, что последние являются в целом благоприятными как для разработки месторождений открытым способом, так и для строительства подъездных путей, поселков и вспомогательных объектов.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Марус А.И. Некоторые новые данные по геологии Горловского бассейна. - В кн.: Исходные угли Си-

бири и методы их изучения. Новосибирск, 1971.

2. Рогов Г.М., Ольховатенко В.Е., Сенотрусов Г.П., Яценко А.Л. Инженерно-геологические условия и устойчивость бортов карьеров Северной части Кузбасса. - В кн.: Инженерно-геологические условия строительства крупных карьеров в Сибири. - Томск: Изд-во ТГУ, 1973.

3. Сенотрусов Г.П. инженерно-геологические условия разработки открытым способом угольных месторождений Горловского бассейна. - В сб. трудов «Основные направления научно-технического прогресса при поисках и разведке твердых горючих полезных ископаемых. УШ Всесоюзное угольное совещание. Ростов-на-Дону, 1986.

4. Сенотрусов Г.П., Юдин М.И. Эпигенез и прочность песчаников Горловского месторождения антрацитов. - Геология и разведка, Изв.ВУЗов, 1986, №6.

### СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ ЗАБАЙКАЛЬЯ

Интенсивное использование природных ресурсов, особенно в последние 50 лет, привело к увеличению антропогенной нагрузки на природные ландшафты, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух. Возрастают объемы изъятия воды из природных источников, нарушается естественный гидрологический режим, увеличивается масса загрязняющих веществ антропогенного происхождения, сбрасываемых в водные объекты. Промышленные, коммунально-бытовые, сельскохозяйственные сточные воды, поверхностный сток с территории населенных пунктов являются основными источниками загрязнения водных экосистем.

#### Антропогенное воздействие на водные объекты

Наиболее значительным потребителем водных ресурсов и источником загрязнения вод являются промышленные предприятия. Читинская область является старейшим горно-рудным краем России. Здесь ведутся работы по добыче свинцово-цинковых, флюоритовых, золотых, урановых и других руд, сопровождающиеся техногенными воздействиями на окружающую природную среду. Основными предприятиями горно-рудной промышленности на территории Читинской области являются Приаргунский горно-химический, Забайкальский, Орловский, Амазарский, Жирекенский горно-обогатительные комбинаты, рудники и старательские артели по добыче золота [1].

На долю этих предприятий в 1998 г. приходилось 11,2% от общего водозабора или 72 млн.куб.м. воды. Несмотря на то, что за последние 10 лет резко снизилось производство на горно-рудных предприятиях, сброс сточных вод остается весьма высоким 54 млн.куб.м.

Такая ситуация объясняется тем, что многие предприятия находятся в трудном экономическом положении, а из-за отсутствия средств не проводятся работы по внедре-

Чувашева Л.Н., Заслоновский В.Н.

Читинский государственный технический университет, Чита

нии системы оборотного водоснабжения и реконструкции очистных сооружений [2]. Отведенная от шахт и карьеров вода практически не используется и сбрасывается в водные объекты. Старательские артели и предприятия ведут разработку месторождений в основном в руслах и поймах рек, которые при проведении горных работ полностью разрушаются, изменяется гидрологический и гидрохимический режимы рек. При отработке россыпных месторождений, особенно драгми, происходит загрязнение рек взвешанными веществами, нефтепродуктами и другими загрязнителями.

Топливо-энергетический комплекс, включающий в себя тепловые электростанции, а также предприятия по добыче угля является наиболее крупным водопользователем области. Суммарный водозабор предприятий в 1998 г. составил 79% от общего водопотребления или 508 млн. куб. м. Большинство очистных сооружений предприятий данного комплекса не обеспечивают нормативную очистку и сбрасываемые воды, попадая в поверхностные водные объекты, ухудшают их качество. Сброс сточных вод предприятиями топливно-энергетического комплекса достиг в 1998 г. 383 млн.куб.м [2].

С ростом городов развивалось коммунальное хозяйство, что в свою очередь сопровождалось увеличением объемов водоотведения. В настоящее время на долю предприятий коммунального хозяйства приходится самый значительный объем сточных вод. Стоки относятся к категории загрязненных. Очистные сооружения области характеризуются низким техническим уровнем, использованием устаревших оборудования и технологий, несоблюдением технологического регламента, вследствие чего не обеспечивается нормативная очистка коммунальных сточных вод. Большое количество загрязнений поступает в водные объекты с дождевыми и талыми водами. Поскольку ливневая канализация

повсеместно отсутствует, смываемые с улиц городов загрязнения поступают в водоемы без всякой очистки. В транспортном комплексе главное место занимает железнодорожный транспорт. Забор воды железной дорогой в 1998 г. составил 23 млн.куб.м, водоотведение 11млн.куб.м. Сточные воды сбрасываются на рельеф или в речную сеть, тем самым вызывают загрязнение водных систем. Загрязнение рек происходит и от подвижного состава. Часть перевозимых по железной дороге материалов, попадая на земляное полотно смывается в водотоки, по берегам которых проходит магистраль [2].

Основные данные по водопользованию в Читинской области в последние годы приведены в таблице 1. [1,2,3,4]

#### Нагруженные водные объекты

Сброс сточных и технологических вод промышленного производства, в том числе и горного, производится непосредственно в большинство рек Забайкалья (около 50%) без качественной очистки их от загрязняющих веществ и примесей, предусмотренной рабочим проектом и не в соответствии с установленными нормативами. Под воздействием сброса в водотоки недостаточно очищенных сточных вод происходит неблагоприятные изменения физических свойств и качества состава воды. Водные объекты становятся непригодными для всех видов и категорий водопользования. По данным Государственного комитета по охране окружающей среды Читинской области и природопользования наибольшую техногенную нагрузку испытывают реки Амурского бассейна. В них ежегодно сбрасывается более 400 млн. куб. м. сточных вод, или 95% от всего количества сточных вод, сбрасываемых в водные объекты. Наиболее подвержены загрязнению Ингода, Чита Шилка [5]. Источниками загрязнения Ингоды являются городские очистные сооружения, очистные сооружения «Читаэвта», Забайкальской птицефабрики, Дарасунский завод