МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР
МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

ИНСТРУКЦИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ И ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПРИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТАХ

gost.e-ecolog.ru

Ростов-на-Дону
1985

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР
МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

УТВЕРЖДАЮ	УТВЕРЖДАЮ	СОГЛАСОВАНО
Первый заместитель Министра угольной промышленности СССР	Заместитель Министра геологии СССР	Председатель ГКЗ СССР
М.И.Щадов	Р.А.Сумбатов	А.М.Быбочкин
3 декабря 1984г	27 ноября 1984г	22 ноября 1984г

ИНСТРУКЦИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ И ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПРИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТАХ

Ростов на Дону 1985

УДК 553. 93

Изложены задачи гидрогеологических исследований при поисках, разведке и разработке угольных месторождений, приведены типизация месторождений по условиям обводнения горных выработок, виды и объемы основных работ для решения этих задач. Описаны методы оценки гидрогеологических условий разработки месторождений, приведены расчетные уравнения для прогнозирования водопритоков в горные выработки и химического состава шахтных вод, освещены результаты изучения гидрогеологических условий на различных стадиях работ.

Инструкция предназначена для руководства при изучении и прогнозировании гидрогеологических условий угольных месторождений при геологоразведочных работах.

Редакционная коллегия

Г.П.Панасенко (председатель), Ю.П.Аземко (зам.председателя), Т.А.Бурова, М.С.Газизов, Я.И.Зарубинский (зам.председателя), Г.Н.Кашковский, А.И.Кемеров, И.М.Ксенда, И.А.Конжин, Ф.И.Лосев, В.Ф.Макляк, И.А.Скабалланович (зам.председателя).

© Всесоюзный научно-исследовательский геологоразведочный институт угольных месторождений (ВНИГРИуголь), 1985

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящая Инструкция разработана на основе обобщения опыта изучения и прогнозирования гидрогеологических условий угольных месторождений и их освоения открытым и подземным способом с учетом достижений отечественной и зарубежной науки и практики. При ее составлении учтены требования, изложенные в Инструкции по применению классификации запасов к месторождениям углей и горючих сланцев /19/, Инструкция о содержании, оформлении и порядке представления в Государственную комиссию по запасам полезных ископаемых при Совете Министров СССР (ГКЗ СССР) и территориальные комиссии по запасам полезных ископаемых (ТКЗ) Министерства геологии СССР материалов по подсчету запасов углей и горючих сланцев, /15/, Инструкции по объемам и требованиям к геологическим работам на строящихся и реконструируемых шахтах и разрезах /18/, в других нормативных документах, а также предложения научно-исследовательских, производственных и проектных организаций, занимающихся разведкой месторождений, проектированием шахт и разрезов и разработкой угольных пластов.

Настоящая Инструкция разработана во ВНИГРИуголь и Ростовском госуниверситете им.М.А.Суслова при участии специалистов ПГО Красноярскгеология, Запсибгеология, Полярноуралгеология Мингео РСФСР, Донбассгеология и Ворошиловградгеология Мингео УССР, ВГО Союзуглегеология, треста Кузбассуглеразведка, экспедиции Востсибуглеразведка Минуглепрома СССР, ПО Укруглегеология Минуглепрома УССР, ИГД им.А.А.Скочинского, ВСЕГИНГЕО, Днепропетровского отделения ИМРа Мингео УССР, ВНИИСуголь, УкрНИИпроекта, Днепропетровского госуниверситета, Томского политехнического института.

Инструкцию составили Я.И.Зарубинская, Г.П.Панасенко, Ю.П.Азаенко, В.Ф.Макляк при участии П.Б.Блинова, Т.А.Бурковой, В.А.Быховского, М.С.Газизова, П.И.Зеленовского, Г.Н.Кашковского, А.И.Кемерова, И.А.Конжина, В.И.Костенко, И.М.Ксенды, Е.П.Котелевца, Ф.И.Лосева, А.В.Мохова, В.П.Перцева, Г.А.Плевако, Ю.П.Погребного, Н.С.Подорванова, И.А.Скабалановича, А.Г.Скворцова, О.А.Спивак, С.А.Устинова, Е.А.Фокина, Ю.С.Ярцева.

Методика гидрогеологических исследований полигонов для захоронения шахтных вод (прил.8) изложена сотрудниками ПГО

Гидроспецгеология Н.А.Титовым, Н.В.Тарасовой, В.А.Борев-
с..ой.

Общее руководство работой осуществляли В.Я.Колесник (Управление твердых горючих полезных ископаемых Мингео СССР и Б.В.Смирнов (ВНИГРИуголь).

1. ЗАДАЧИ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОЦЕНКА УСЛОВИЙ РАЗРАБОТКИ

1.1. Общие положения

1.1.1. Согласно Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых, утвержденной Советом Министров СССР 30 ноября 1981 г. и Инструкции ГКЗ СССР/19/ "гидрогеологические ...условия должны быть изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, необходимых для составления проекта разработки месторождения (участка)". Для этого необходимо:

- изучить гидрогеологические условия месторождения (участка);
- дать прогнозную оценку гидрогеологических условий разработки угольных пластов и изменения этих условий под влиянием горно-эксплуатационных работ;
- разработать рекомендации по защите горных выработок от воды, в том числе по борьбе с агрессивными и другими вредными свойствами подземных* и шахтных (карьерных) вод;
- комплексно оценить возможность использования подземных и шахтных (карьерных) вод в народном хозяйстве;
- дать обоснованные рекомендации по охране подземных и поверхностных вод от истощения и загрязнения, рекультивации земель, а также по охране окружающей среды в целом;
- выявить и рекомендовать источники хозяйственно-питьевого водоснабжения /15/.

1.1.2. Гидрогеологические условия разработки угольных месторождений оцениваются по обводненности горных выработок, качеству и свойствам подземных и шахтных (карьерных) вод, их влиянию на освоение месторождения (участка), технико-экономическим показателям борьбы с водопритоками и мероприятий по охране окружающей среды.

Обводненность шахт (разрезов) оценивается по величине общего водопритока, притокам в очистные выработки, в выработки отдельных угольных пластов, горизонтов, крыльев шахты или разрезную траншею из каждого водоносного горизонта при вскры-

* Здесь и ниже к подземным отнесены также дренажные воды, откачиваемые из водопонижающих скважин, при проходке шахтных стволов и разрезных траншей.

тие и проходке, по сезонным и многолетним изменениям водопритоков, увеличению водопритоков при приближении горных выработок к поверхностным водоемам, водотокам, участкам распространения горелых пород, обводненным покровным отложениям, тектоническим нарушениям, карстовым пустотам, затопленным выработкам, таликам.

Качество и свойства подземных и шахтных (карьерных) вод оцениваются по химическому и газовому составам, агрессивным и физическим свойствам, бактериологическому состоянию.

1.1.3. Прогнозная оценка гидрогеологических условий разработки угольных месторождений (участков) и изменения этих условий под влиянием горно-эксплуатационных работ должна осуществляться с учетом физико-географических условий, геологического строения, способов и технологии разработки. Необходимо учитывать влияние климата, орогидрографии, наличия и мощности многолетнемерзлых пород на режим подземных и поверхностных вод, условия питания и разгрузки водоносных горизонтов, ресурсы вод. Геологическая структура месторождения, литологический состав, степень литификации угленосных отложений, мощность и перемежаемость слоев, степень их дислоцированности и выветрелости, геокриологические условия должны учитываться как факторы, определяющие тип подземных вод, количество водоносных горизонтов, их мощность и взаимное расположение, фильтрационные свойства пород, изменение этих свойств по площади и в разрезе, гидравлическую связь водоносных горизонтов между собой и с поверхностными водами. Следует иметь в виду, что разработка месторождения подземным или открытым способом, прямым или обратным ходом, концентрация очистных работ и нагрузка на забои, способ управления кровлей существенно влияет на дренаж подземных вод, величину и режим водопритоков в горные выработки, химический состав и свойства шахтных вод, а также на изменения естественной гидрогеологической обстановки как в границах горного отвода, так и далеко за его пределами.

1.1.4. Рекомендации по защите горных выработок от воды должны основываться на учете гидрогеологических условий месторождения, технологии разработки (способа вскрытия, системы разработки, управления кровлей и др.), эффективности мер охраны окружающей среды, технико-экономических показателей способов защиты выработок.

1.1.5. Рекомендации по охране природных вод от истощения и загрязнения, а также природной среды в целом должны базироваться на мерах, снижающих водоприток в горные выработки (применение рациональных систем разработки и способа управления кровлей, устройство барражей, ледяных перемычек и др.), на использовании шахтных (карьерных) вод в народном хозяйстве, применении эффективных методов предварительной очистки высокоминерализованных вод или захоронения их в глубокие горизонты с учетом технико-экономической эффективности рекомендуемых мер.

1.1.6. Возможность использования подземных и шахтных вод в народном хозяйстве определяется потребностью в воде и оценивается качеством этих вод (в соответствии с ГОСТами и техническими условиями), а также технико-экономическими показателями их утилизации.

1.1.7. Конкретные задачи и содержание гидрогеологических исследований (см.гл.2) определяются стадийностью геологоразведочных работ, утвержденной приказом Мингео СССР № 161 от 20.04.84г. /32/, гидрогеологическими условиями, способом вскрытия месторождения, вероятными способами борьбы с подземными водами и должны отвечать требованиям инструкций ГКЗ СССР /14, 15, 19, 20/.

1.2. Типизация угольных месторождений по условиям обводненности горных выработок

1.2.1. Типизация угольных месторождений по условиям обводнения горных выработок разработана с целью унификации гидрогеологических исследований и должна способствовать повышению их качества и снижению стоимости.

1.2.2. В основу типизации (таблица) положены природные факторы, определяющие коллекторские и фильтрационные свойства углевмещающих пород, геокриологические условия, источники формирования водопритоков и условия поступления воды в горные выработки. Типизация учитывает гидродинамические особенности водообмена и сложность изучения гидрогеологических условий месторождения.

1.2.3. По геокриологическим условиям, степени литификации и дислоцированности углевмещающих пород, характеру подземных вод угольные месторождения СССР разделены на четыре типа.

Таблица

Типизация угольных месторождений по условиям обводнения горных выработок

Тип	Подтип	Вид	Гидрогеологические условия
Критерии выделения			
Геокриологические условия, степень литификации и дислоцированности углевмещающих пород, характер подземных вод	Преобладающие источники формирования водопритоков	Условия поступления воды в горные выработки	
1	2	3	4
1. Месторождения вне области многолетней мерзлоты в рыхлых и слаболитифицированных породах с горизонтами поровых и трещинно-поровых вод	1.1. Атмосферные осадки	1.1.1. Непосредственно в горные выработки	простые
		1.1.2. Через толщу водопроницаемых пород	простые
	1.2. Поверхностные воды	1.2.1. Через толщу водопроницаемых пород	сложные
		1.2.2. По гидрогеологическим окнам	сложные, очень сложные
	1.3. Подземные воды покровных отложений	1.3.1. Непосредственно в горные выработки	простые
		1.3.2. Через толщу водопроницаемых пород	сложные

Продолжение таблицы

1	2	3	4
		1.3.3.По гидрогеологическим окнам	сложные, очень сложные
	1.4.Подземные воды угленосных и других коренных пород	1.4.1.Непосредственно в горные выработки	простые
		1.4.2.По гидрогеологическим окнам	сложные, очень сложные
2.Месторождения вне области многолетней мерзлоты в полускальных и скальных дислоцированных породах, содержащих пластовые порово-трещинные, трещинные и карстово-трещинные воды	2.1.Атмосферные осадки	2.1.1.Непосредственно в горные выработки	простые
		2.1.2.Через толщу водопроницаемых пород	простые
	2.2.Поверхностные воды	2.2.1.Через толщу водопроницаемых пород	сложные
		2.2.2.По гидрогеологическим окнам	сложные, очень сложные
	2.3.Подземные воды покровных отложений	2.3.1.Непосредственно в горные выработки	простые
		2.3.2.Через толщу водопроницаемых пород	сложные
		2.3.3.По гидрогеологическим окнам	сложные, очень сложные
	2.4.Подземные воды угленосных и других коренных пород	2.4.1.Непосредственно в горные выработки:	
		а) в зоне активного водообмена	простые, сложные

Продолжение таблицы

1	2	3	4
		б) в зоне затрудненного водообмена	простые, сложные
		2.4.2.По гидрогеологическим окнам	сложные, очень сложные
3.Месторождения вне области многолетней мерзлоты в скальных и полускальных интенсивно дислоцированных породах, содержащих трещинные, трещинно-жильные и трещинно-карстовые воды	3.1.Атмосферные осадки	3.1.1.Непосредственно в горные выработки	простые
		3.1.2.Через толщу водопроницаемых пород	сложные, простые
	3.2.Поверхностные воды	3.2.1.Через толщу водопроницаемых пород	сложные
		3.2.2.По гидрогеологическим окнам	сложные, очень сложные
	3.3. Подземные воды покровных отложений	3.3.1.Непосредственно в горные выработки	простые
		3.3.2.Через толщу водопроницаемых пород	сложные, очень сложные
		3.3.3.По гидрогеологическим окнам	очень сложные
	3.4.Подземные воды угленосных и других коренных пород	3.4.1.Непосредственно в горные выработки:	
		а) в зоне активного водообмена	сложные
		б) в зоне затрудненного водообмена	сложные, очень сложные

Продолжение таблицы

1	2	3	4
		3.4.2.По гидрогеологическим окнам	очень сложные
4.Месторождения в области развития многолетнемерзлых пород различной степени литификации и дислоцированности	4 1.Поверхностные воды	4.1.1.По таликам и сезонно-оттаивающим породам	очень сложные
	4.2.Надмерзлотные воды	4.2.1.Непосредственно в горные выработки	сложные
		4.2.2.По таликам	очень сложные
	4.3.Межмерзлотные воды	4.3.1.Непосредственно в горные выработки	очень сложные
	4.4.Подмерзлотные воды	4.4.1.Непосредственно в горные выработки	сложные, очень сложные
		4.4.2.По гидрогеологическим окнам (в т.ч.таликам)	очень сложные

К т и п у 1 отнесены месторождения, находящиеся вне области распространения многолетней мерзлоты, приуроченные к рыхлым или слабоцементированным, практически недислоцированным породам, содержащим горизонты поровых и трещинно-поровых вод. Этот тип включает месторождения бурых углей (технологические марки $Б_1$–$Б_2$), для которых характерны сравнительно выдержанные по мощности и фильтрационным свойствам водоносные горизонты. Схематизировать гидродинамические условия таких месторождений (участков) несложно. В связи с этим прогнозная оценка водопритоков в горные выработки выполняется преимущественно аналитическими методами (балансовый и другие методы используются для контроля).

Представителями данного типа являются угольные месторождения Днепровского Подмосковного, Южно-Уральского бассейнов и др.

К т и п у 2 отнесены угольные месторождения, расположенные вне области многолетней мерзлоты и приуроченные к полускальным, реже скальным, слабо дислоцированным породам, содержащим пластовые порово-трещинные, трещинные и карстово-трещинные воды. Этот тип включает месторождения бурых и каменных углей технологических марок $Б_3$–К. Схематизация гидродинамических условий иногда затруднена дислоцированностью, трещиноватостью и закарстованностью пород, обусловливающими неоднородность фильтрационных свойств. Для прогнозирования водопритоков в горные выработки применяются аналитический и балансовый методы, а также метод гидрогеологической аналогии.

Характерными представителями этого типа являются месторождения Канско-Ачинского, Тургайского бассейнов, Забайкалья (Гусиноозерское, Черновское, Тарбагатайское, Харанорское), Средней Азии (Кызыл-Кийское, Сулюктинское, Кок-Янгакское, Кара-Кичинское, Куучекинское), Западного Донбасса и др.

К т и п у 3 отнесены угольные месторождения, расположенные вне области многолетней мерзлоты, приуроченные к скальным и полускальным породам (технологические марки углей К–А), интенсивно дислоцированным, иногда закарстованным, содержащим преимущественно трещинные, трещинно-жильные и карстово-трещинные воды, с крайне неоднородными фильтрационными свойствами.

Схематизация гидродинамических условий чрезвычайно затруднена, а иногда невозможна. Поэтому для прогнозирования водопритоков в горные выработки применяются преимущественно методы аналогии, гидравлический, реже – моделирования и балансовый.

Представителями этого типа являются месторождения Донецкого, Кузнецкого, Карагандинского и ряда других бассейнов со средне- и высокометаморфизованными углями.

Тип 4 объединяет месторождения, находящиеся в области распространения многолетней мерзлоты, где водоносность пород и обводненность горных выработок в основном определяются их пространственным положением относительно многолетнемерзлой толщи[x].

Схематизация гидродинамических условий в зависимости от геокриологической обстановки, степени литификации и дислоцированности угленосной толщи может быть как простой, так и весьма сложной. Поэтому для прогнозирования водопритоков в горные выработки могут применяться методы аналитический, моделирования, балансовый, иногда метод аналогии.

К типу 4 относятся месторождения Печорского (центральная и северная части), Южно-Якутского (Нерюнгринское), Ленского (Кильдямское, Кемпендяйское, Кангаласское) бассейнов, Забайкалья (Букачачинское) и др.

1.2.4. По преобладающим источникам формирования водопритоков в горные выработки и залеганию водоносных пород относительно разведуемых угольных пластов или толщи многолетнемерзлых пород в каждом типе выделяются по четыре подтипа (см.таблицу).

На месторождениях подтипов 1.1,2.1,3.1 обводнение горных выработок происходит в основном за счет атмосферных осадков, в т.ч. талых вод, и характеризуется большой неравномерностью. Коэффициент сезонной неравномерности водопритоков (отношение максимального притока к минимальному) нередко достигает 5–10 и более, а величины их колебаний зависят от

---

[x] Месторождения (участки), на которых многолетнемерзлые породы развиты в виде небольших разрозненных линз, в отдельный тип и подтип не выделены в связи с тем, что по содержанию гидрогеологическое изучение их существенно не отличается от изучения месторождений типов 1–3.

конкретных климатических и ландшафтных условий. В многолетнем разрезе происходит постепенное нарастание среднегодовых притоков в связи с увеличением площади горных выработок.

Подтипы 1.2, 2.2, 3.2 включают месторождения, на площади которых или вблизи от них расположены поверхностные водотоки и водоемы – источники обводнения шахт (разрезов). На таких месторождениях (участках) общие водопритоки увеличиваются по мере приближения горных выработок к водному объекту, расширения их фронта вдоль него или под ним. Сезонные изменения водопритоков, как правило, хорошо коррелируют с колебаниями уровня воды в водотоках и водоемах.

Месторождения подтипов 1.3, 2.3, 3.3 характеризуются обводнением горных выработок за счет подземных вод покровных отложений. Водопритоки относительно равномерно возрастают по мере увеличения площади очистных выработок, а их абсолютные величины зависят от запасов подземных вод в покровных отложениях, условий их восполнения, водоотдачи пород и других гидрогеологических; а также технологических факторов.

Подтипы 1.4, 2.4, 3.4 охватывают месторождения, на которых в обводнении шахт (разрезов) основную роль играют подземные воды угленосных и других коренных пород. По мере развития горных работ водопритоки постепенно нарастают, а на завершающей стадии разработки стабилизируются или снижаются. Их величины зависят от количества, водообильности и источников питания водоносных горизонтов, вовлекаемых в дренаж, наличия обводненных тектонических нарушений и карста. В последнем случае могут наблюдаться прорывы воды (плывунов) разной интенсивности продолжительности.

В области развития многолетнемерзлых пород (тип 4) выделяются четыре подтипа.

На месторождениях подтипа 4.1 водоприток в горные выработки формируется за счет поверхностных вод, фильтрующихся по таликам и сезонноотаивающим породам. При открытой разработке он носит сезонный характер, при подземной – более постоянный. Величина водопритока зависит от размера таликов и фильтрационных свойств талых пород.

На месторождениях подтипа 4.2 водоприток формируется за счет надмерзлотных вод, имеет сезонный характер. Не-

посредственно в горные выработки эти воды могут поступать только при открытой разработке, а по таликам – и при подземной. В последнем случае водопритоки неравномерны (при вскрытии таликов возможны прорывы).

На месторождениях подтипа 4.3 горные выработки, как открытые, так и подземные, обводняются за счет непосредственного поступления межмерзлотных вод. Водопритоки имеют периодический, крайне неравномерный характер, зависящий от запасов межмерзлотных вод и условий их восполнения.

На месторождениях подтипа 4.4 водоприток в горные выработки формируется за счет подмерзлотных вод. Вскрытие этих вод горными выработками может носить характер прорыва. Расширение площади вскрытия подмерзлотных вод сопровождается равномерным возрастанием водопритока. При обводнении горных выработок по гидрогеологическим окнам поступление воды обычно имеет неравномерный характер. Величина водопритока зависит от естественных запасов и ресурсов подмерзлотных вод, условий их поступления в горные выработки.

При повсеместном (в пределах разведуемого участка или его части) залегании угольного пласта ниже сплошной многолетней мерзлоты условия обводнения будущих горных выработок следует рассматривать аналогично типам 1–3 (с учетом изолляции угленосных отложений от поверхности мощной толщей мерзлых водонепроницаемых пород).

1.2.5. По условиям поступления воды в горные выработки выделяются три вида месторождений: вода поступает непосредственно в горные выработки, через толщу водопроницаемых пород, по гидрогеологическим окнам, в т.ч. по таликам. На месторождениях подтипов 2.4 и 3.4 необходимо учитывать положение угольного пласта относительно гидродинамических зон (активного и затрудненного водообмена). При этом следует иметь в виду, что непосредственно в горные выработки вода может поступать при открытой разработке за счет атмосферных осадков и вскрытия водоносных горизонтов, в т.ч. подстилающих угольный пласт; при подземной разработке – за счет водоносных горизонтов, залегающих непосредственно в кровле или в почве угольного пласта, за счет водоносности собственно угольного пласта, а также в результате дренирования подземных вод сетью водопроводящих трещин, образующихся при деформации пород кровли над выработанным пространством.

В остальных случаях вода в открытые горные выработки поступает по гидрогеологическим окнам, а в подземные, кроме того, через толщу водопроницаемых пород (атмосферные осадки и воды покровных отложений).

1.3. Сложность гидрогеологических условий

1.3.1. С целью выработки эффективной методики гидрогеологических исследований, выбора методов прогнозирования водопритока в горные вработки, химического состава и свойств шахтных (карьерных) вод все угольные месторождения (участки) по степени сложности изучения гидрогеологических условий разделены на три группы: с простыми, сложными и очень сложными условиями (см. таблицу).

П р о с т ы е условия имеют место на месторождениях с небольшим количеством (до трех) спокойно залегающих, выдержанных по мощности и фильтрационным свойствам водоносных горизонтов, где отсутствуют поверхностные воды и водоносные горизонты в покровных отложениях, способные существенно влиять на гидрогеологические условия разработки, а также на месторождениях в толще многолетнемерзлых пород.

Источники формирования водопритоков, качество подземных вод и условия поступления воды в горные выработки могут быть надежно изучены в процессе разведки минимальными объемами гидрогеологических работ. Достоверность прогнозных водопритоков в горные выработки, химического состава и агрессивных свойств шахтных (карьерных) вод может быть достаточно высокой.

Для этой группы характерны месторождения, на которых источником водопритоков являются атмосферные осадки, а также подземные воды выдержанных водоносных горизонтов, приуроченных к неглубоко залегающим слабо литифицированным коренным породам.

С л о ж н ы е условия – на месторождениях с относительно большим (более трех) количеством выдержанных или небольшим (до трех) количеством невыдержанных по мощности и фильтрационным свойствам водоносных горизонтов, залегающих в зонах как активного, так и затрудненного водообмена. На месторождениях этой группы или вблизи от них имеются поверхностные воды и единичные тектонические нарушения, способные влиять на гидрогеологические условия разработки.

Источники формирования водопритоков и качество подземных вод могут быть изучены в процессе разведки достаточно надежно, а условия поступления воды в горные выработки – лишь ориентировочно.

Вследствие этого даются лишь приблизительные гидрогеологические прогнозы.

Для этой группы характерны месторождения, основными источниками обводнения которых являются поверхностные или подземные воды, поступающие непосредственно в горные выработки или через толщу водопроницаемых пород. Сюда же относятся месторождения в области распространения многолетнемерзлых пород, обводняемые преимущественно надмерзлотными, иногда подмерзлотными водами.

О ч е н ь с л о ж н ы е условия – на месторождениях с крайне невыдержанными мощностями и фильтрационными свойствами водоносных горизонтов, осложненных обводненными тектоническими нарушениями и карстом. Горные выработки могут обводняться как за счет подземных, так и поверхностных вод.

На месторождениях данной группы источники формирования водопритоков, качество воды и условия ее поступления в горные выработки могут быть изучены в процессе разведочных работ ориентировочно, а прогноз водопритоков дается весьма приблизительно. Прогнозируемый водоприток подлежит обязательному уточнению и корректировке при строительстве горного предприятия и разработке угольных пластов.

Для данной группы характерны месторождения всех типов, где основными источниками обводнения являются поверхностные или подземные воды, поступающие в горные выработки по гидрогеологическим окнам, а также месторождения области развития многолетнемерзлых пород со сквозными таликами, обводняемые преимущественно межмерзлотными и подмерзлотными водами.

2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ

2.1. Общие положения

2.1.1. Состав и объем гидрогеологических работ должны определяться исходя из типизации угольных месторождений (таблицу), сложности гидрогеологических условий, стадии раз-

ветки, выбранных методов прогнозирования водопритоков, намечаемого способа борьбы с последними и способа разработки. При существенно различных гидрогеологических условиях отдельных частей разведуемого месторождения (участка), изучение каждой из них необходимо проводить с учетом этих различий.

2.1.2. Рекомендуемые в Инструкции объемы основных видов гидрогеологических работ определены применительно к среднему размеру разведуемого участка площадью 25 кв.км. Для более крупных объектов объемы работ увеличиваются, однако при этом удельные объемы, приходящиеся на 1 кв.км, должны уменьшаться (с учетом размеров участка) на 10–50%. При разведке участков площадью менее 25 кв.км удельные объемы могут составлять 100 и более процентов.

Рекомендуемые объемы работ следует рассматривать как ориентировочные. При достаточном гидрогеологическом обосновании они могут быть изменены.

На месторождениях типа 4, находящихся в толще сплошной мерзлоты, объемы специальных гидрогеологических работ должны быть минимальными, но достаточными для подтверждения мерзлого состояния углевмещающих пород.

2.1.3. Гидрогеологическими исследованиями должны быть охвачены все водоносные горизонты – потенциальные источники обводнения горных выработок. Глубина этих исследований должна на 15–50 м (иногда более) превышать глубину залегания почвы угольного пласта в зависимости от конкретной гидрогеологической обстановки.

При разведке месторождения (участка), пригодного для открытой разработки, необходимо изучать все водоносные горизонты, которые будут вскрыты разрезом. При подземной разработке особенно тщательно изучаются водоносные горизонты в пределах предполагаемой зоны дренажа.

Территория, охватываемая гидрогеологическими исследованиями, определяется площадью участка поисков или разведки. Для установления граничных условий, изучения режима подземных вод, взаимосвязи подземных и поверхностных вод, обводненности тектонических нарушений и другие гидрогеологические работы могут проводиться и за пределами участка.

Оценка подземных вод, как возможных постоянных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, должна производиться на участках, расположенных в основном за пределами депрес-

сионной воронки, образующейся при разработке угольного месторождения. Их поиски и разведка выполняются по специальному проекту в соответствии с требованиями ГКЗ СССР /14, 15, 20/.

Поверхностные воды, как возможный источник водоснабжения оцениваются по данным изучения их качества и режима.

2.2. Виды и методы гидрогеологических исследований

Гидрогеологические исследования включают специализированную гидрогеологическую съемку (обследование), обследование шахт (разрезов), бурение гидрогеологических скважин, опытно-фильтрационные и геофизические работы, режимные наблюдения, гидрологические исследования, отбор проб воды и образцов пород для лабораторного изучения.

2.2.1. Специализированная гидрогеологическая съемка проводится в открытых и полузакрытых районах. Съемкой должны быть охвачены как участок разведки, так и ближайшая сопредельная площадь, если на ней находятся области питания или разгрузки водоносных горизонтов. Масштаб съемки на месторождениях типа 1 – 1:25000 – 1:10000, на остальных – 1:10000 и крупнее. В районах развития многолетнемерзлых пород (тип 4) выполняется комплексное гидрогеокриологическое обследование.

В изученных и закрытых районах вместо съемки проводится гидрогеологическое (гидрогеокриологическое) обследование поверхности месторождения (участка), а также шахт, разрезов, водозаборов, колодцев, родников, водотоков, водоемов. Особое внимание уделяется изучению гидрогеологических условий шахт и разрезов – возможных аналогов будущего предприятия.

2.2.2. При обследовании шахт и разрезов изучаются обводненность выработок по пластам, горизонтам и крыльям в различные сезоны года, изменение водопритоков во времени, по мере роста площади и глубины разработки, изменение коэффициента водообильности с развитием горных работ, прорывы подземных вод в горные выработки (их дебиты, продолжительность, частота и причины возникновения), химический состав шахтных (карьерных) вод и его изменение во времени и с глубиной, места образования агрессивных вод и их влияние на оборудование и крепь, способы борьбы с шахтными водами и их эффективность, отведение, использование и захоронение шахтных (карьерных)

год, влиянию горно-эксплуатационных работ на окружающую среду и действующие водозаборы.

2.2.3. Бурение гидрогеологических (разведочно-гидрогеологических) скважин, их местоположение, глубина, конструкция, технология бурения и оборудование должны обеспечивать возможность проведения опытно-фильтрационных работ, режимных наблюдений и других исследований, предусмотренных проектом. В процессе бурения скважин необходимо замерять уровни и температуру воды, дебит при фонтанировании, регистрировать интервалы поглощения промывочной жидкости и провалов бурового инструмента, глубину залегания и мощность водоносных горизонтов, зон трещиноватости и закарстованности пород, верхнюю и нижние границы многолетнемерзлых пород, характер включений льда.

Гидрогеологические наблюдения в разведочных горных выработках (шурфах, штольнях, шахтах и др.) по содержанию аналогичны описанным применительно к бурению скважин.

2.2.4. Опытно-фильтрационные работы проводятся с целью получения данных для расчета параметров водоносных горизонтов, установления граничных условий, выявления гидравлической связи водоносных горизонтов между собой и с поверхностными водами, отбора проб для изучения химического состава и свойств воды.

Пробные откачки применяются для приблизительной оценки водообильности пород и ее изменчивости в плане и разрезе, а также для отбора проб воды. Они проводятся из одиночных скважин с одним понижением уровня продолжительностью 1-2 суток (помимо времени, затрачиваемого на прокачку и наблюдения за восстановлением уровня воды после откачки).

Для ориентировочной оценки водоносности изучаемых горизонтов пробными откачками следует предварительно опробовать центральные (возмущающие) и наиболее удаленные от них наблюдательные скважины опытных кустов.

Опытные откачки (одиночные, кустовые) выполняются как с одной ступенью понижения уровня воды при постоянном дебите, так и с двумя-тремя.

Одиночные опытные откачки проводятся в основном для определения дебита, ориентировочных величин коэффициентов водопроводимости (фильтрации), зависимости дебита от понижения и изучения качества подземных вод. Продолжительность их при

изучении безнапорных горизонтов до 3-4, напорных – до 2–3 суток на одно понижение.

Мощные (более 20 м) толщи трещиноватых неравномерно водообильных пород целесообразно опробовать поинтервальными откачками. Одиночные опытные откачки рекомендуются при глубине залегания водоносных горизонтов до 200–300 м. При большей глубине опробование следует производить с помощью пластоиспытателей.

Кустовые откачки проводятся для определения дебита, коэффициентов водопроводимости, уровне- и пьезопроводности, приведенного радиуса влияния, водоотдачи, граничных условий водоносных горизонтов (в т.ч. взаимосвязи смежных водоносных горизонтов, подземных вод с поверхностными и др.). Количество лучей и наблюдательных скважин в луче определяются фильтрационной неоднородностью водовмещающих пород и целевым назначением откачки. В качестве наблюдательных по возможности следует использовать разведочные на уголь скважины.

Кустовые откачки проводятся в основном при одном понижении продолжительностью в напорных водоносных горизонтах 3–5, в безнапорных – 5–10 суток. Более длительные откачки и откачки со значительными понижениями следует проводить при установлении гидравлической связи изучаемого горизонта с другими водоносными горизонтами и поверхностными водами.

Кустовые откачки применяют при изучении неглубоко залегающих (до 150–200 м) водоносных горизонтов (комплексов) в рыхлых и равномерно трещиноватых скальных породах, когда прогнозные водопритоки рассчитываются аналитическими методами или с помощью моделирования.

Опытно-эксплуатационные откачки проводятся на месторождениях со сложными и очень сложными гидрогеологическими условиями, когда не представляется возможным с удовлетворительной точностью определить величины расчетных параметров и схематизировать условия формирования водопритоков в горные выработки.

Длительность опытно-эксплуатационных откачек – 1–2 месяца и более. Величина понижения должна быть максимально приближена к уровню, для которого прогнозируется водоприток.

Пробные и опытные выпуски проводятся из фонтанирующих скважин. Они выполняются при постоянном понижении уровня во-

ды. Длительность, количество ступеней понижения и их величина аналогичны принятым для откачек.

Наливы и нагнетания следует применять для оценки фильтрационных свойств слабоводообильных или безводных проницаемых пород.

Экспресс-методы (пластоиспытания и опережающее опробование) следует широко применять для массового определения гидрогеологических параметров, отбора проб воды и газа.

Испытатели пластов необходимо использовать при изучении в разведочных скважинах водоносных горизонтов и зон в устойчивых твердых породах на глубинах более 200 м. Наиболее эффективны из них МИГ-65К и КИИ-65 /16/.

В рыхлых песчаных отложениях следует применять опережающее опробование /24/.

Методика проведения опытно-фильтрационных работ и расчета параметров водоносных горизонтов освещена в специальной литературе (5, 21, 23, 37-39).

2.2.5. Геофизические исследования позволяют решать ряд гидрогеологических задач (13, 29, 35), основными из которых являются:

- выделение в разрезе водоносных и водоупорных пород с ориентировочным определением некоторых гидрогеологических параметров;

- выявление (уточнение) мест поступления воды в скважину, поглощений промывочной жидкости, перетоков воды из одного водоносного горизонта в другой и их интенсивности;

- прослеживание и оконтуривание зон трещиноватости, разломов, покровных отложений, массивов горелых пород, погребенных речных долин;

- изучение водоносности зон тектонических нарушений и карста;

- выявление площади и глубины залегания многолетнемерзлых пород, их мощности и характера распространения, выявление таликов и т.п.;

- изучение температуры и минерализации подземных вод.

Изучение гидрогеологического разреза производится комплексом методов обязательных каротажных исследований, включающих электрокаротаж, радиоактивный каротаж, кавернометрию, термометрию и др.

В устойчивых породах применяются резистивиметрия, расходометрия, фотоэлектрометрия.

Электроразведка, сейсморазведка, гравиметрия, магнитометрия и другие методы, применяемые для изучения геологического строения угольных месторождений, позволяют выделять и характеризовать ряд элементов, важных в гидрогеологическом отношении: контуры, мощность, обводненность горелых пород и покровных отложений, размеры и обводненность зон тектонических нарушений, положение в разрезе и изменение границ распространения закарстованных пород и др.

2.2.6. Режимные наблюдения за уровнями подземных вод в скважинах (колодцах), дебитами родников, фонтанирующих и водозаборных скважин, водопритоками в шахты и разрезы, уровнями воды и дебитами водопонижающих скважин, уровнями поверхностных вод, расходами рек и ручьев, температурой, химическим составом и бактериологическим состоянием воды проводятся в течение не менее одного гидрологического года непосредственно на месторождении (участке) и за его пределами /25--27, 33, 40/.

2.2.7. Гидрологические исследования выполняются с целью:

- оценки влияния поверхностных вод на обводнение горных выработок;
- выявления возможности и путей отвода водотоков или ликвидации водоемов;
- оценки естественных ресурсов поверхностных и подземных вод как возможных источников водоснабжения и для прогнозирования водопритоков балансовым методом;
- выяснения влияния горных выработок на изменение стокового и гидрохимического режимов поверхностных вод.

Гидрологические наблюдения проводятся на реках, ручьях, озерах, болотах, искусственных водоемах, орошаемых массивах а также оросительных и осушительных каналах в зоне предполагаемого влияния горных работ. В комплекс исследований входят установление размеров и глубины водотоков и водоемов, определение скорости и расхода водотоков, количества содержащейся в водоемах воды, наблюдения за колебаниями уровня и температуры воды, выявление участков взаимосвязи поверхностных вод с подземными, отбор проб, и учение химического состава, бактериологического состояния и свойств поверхностных вод.

Наиболее полный комплекс гидрологических исследований вы-

полняются в течение не менее двух–трех лет на месторождениях подтипов 1.2, 2.2 и 4.1 (см.разд.1.2). На других месторождениях производятся элементарные наблюдения при гидрогеологической съемке (обследовании) или режимных наблюдениях.

На месторождениях, находящихся в очень сложных условиях, когда по материалам исследований будут осуществлены крупные гидротехнические мероприятия (отвод рек, осушение болот и т.д.), гидрологические работы приобретают самостоятельное значение и выполняются по особому проекту специализированной организацией.

1.2 8. Отбор проб и лабораторные работы. Пробы воды для полного, сокращенного химических и специальных анализов, а также для определения агрессивных свойств отбираются при специализированной гидрогеологической съемке (обследовании), откачках, изучении режима подземных вод, обследовании шахт, разрезов, гидрологических исследованиях.

Для сокращенного и полного анализов пробы воды отбираются с целью общей характеристики химического состава и физических свойств подземных, поверхностных, шахтных, карьерных и дренажных вод.

Для специализированных анализов (содержание специфических, токсичных и радиоактивных элементов, тяжелых металлов, фенолов и др.) пробы отбираются в соответствии с требованиями инструкций и ГОСТов в зависимости от целевого назначения исследований (см.разд. 4.2.5 – 4.2.7).

Кроме того, в 3–5 точках необходимо отобрать пробы воды из основных водоносных горизонтов для определения состава растворенных газов (азота, кислорода, углекислого газа, сероводорода, метана и суммы тяжелых углеводородов, гелия и аргона в сумме с благородными газами).

Образцы пород для определения водно-физических свойств следует отбирать только из рыхлых и слаболитифицированных отложений.

2.3. Поиски

2.3.1. При поисках[x] необходимо получить общие сведения о гидрогеологических условиях изучаемой площади, ее

[x] В настоящей Инструкции стадии поисков и поисково-оценочных работ не разделяются поскольку в эти стадии специальные гидрогеологические исследования, как правило, не проводятся.

точные для ее перспективной оценки и составления технико-экономических соображений (ТЭС). Для этого необходимо выяснить

– наличие и мощность водоносных горизонтов и комплексов в изучаемой толще, их стратиграфическую и литологическую принадлежность, пространственное положение каждого из них относительно угольных пластов, характер пород-коллекторов и подземных вод;

– наличие поверхностных вод и возможную их связь с подземными водами;

– климатические и гидрологические особенности района.

В результате поисков должны быть установлены тип и (предварительно) подтип месторождения (см. таблицу).

2.3.2. В хорошо изученных районах оценку гидрогеологических условий следует производить по литературным, фондовым материалам, комплексу наблюдений в поисковых скважинах и действующих шахтах (разрезах).

В слабо изученных районах наряду с гидрогеологическими наблюдениями в поисковых скважинах необходимо проводить обследование территории и 1–2 пробные откачки (выпуска), а при большой глубине залегания продуктивной толщи – пластоиспытания в 3–5 скважинах.

2.3.3. В районах, где промышленная ценность месторождения определяется гидрогеологическими условиями, целесообразно проводить специализированную съемку (обследование) масштаба 1:50000 – 1:25000 (включая гидрологические исследования), режимные наблюдения, в 2–3 скважинах пробные откачки (выпуски), в 3–5 скважинах опробование основных водоносных горизонтов экспресс-методами.

2.3.4. Для характеристики химического состава подземных и поверхностных вод при съемке (обследования) территории, пробных откачках (выпусках), режимных наблюдениях следует отбирать пробы воды для сокращенного химического анализа.

2.3.5. В районах развития многолетней мерзлоты по данным наблюдений в поисковых скважинах, фондовым и литературным материалам требуется оценить изменчивость мощности, сплошности, температурного режима мерзлых пород и др.

2.4. Предварительная разведка

2.4.1. Основной задачей предварительной разведки является получение гидрогеологических данных, необходимых для геолого-

экономической оценки перспектив промышленного освоения месторождения (участка) и составления технико-экономического доклада (ТЭД) о целесообразности постановки детальной разведки. В связи с этим изучению подлежат:

- вероятные основные источники формирования водопритоков в горные выработки;
- площади распространения, мощности, глубина залегания, особенности строения водоносных горизонтов (комплексов) и разделяющих их водоупоров;
- фильтрационные свойства водоносных горизонтов, потенциальные источников обводнения будущих горных выработок и их изменчивость в плане и разрезе;
- взаимосвязь между водоносными горизонтами, подземными и поверхностными водами;
- источники питания водоносных горизонтов и граничные условия последних;
- режим подземных и поверхностных вод, водопритоков в ближайшие шахты и разрезы;
- геокриологические условия – границы распространения и мощность мерзлых пород, особенности развития, локализация и параметры таликов, температурный режим изучаемой толщи;
- химический состав и агрессивные свойства поверхностных, подземных и шахтных (карьерных) вод, возможность их использования;
- влияние водоотлива из шахт (разрезов) на окружающую среду и эффективность применяемых мер ее охраны.

В результате предварительной разведки необходимо определить подтип и в большинстве случаев вид месторождения (см. таблицу), степень сложности его изучения.

2.4.2. Для оценки водообильности и фильтрационных свойств водоносных горизонтов (комплексов) следует использовать пробные (преимущественно) и одиночные опытные откачки (в зоне аэрации – наливы). С этой целью необходимо не менее чем в 3–5 точках месторождения (участка) изучить все основные водоносные горизонты (комплексы). Гидрогеологические параметры водоносных горизонтов, их связь между собой и с поверхностными водами должны быть определены не менее чем по 1–2 кустовым откачкам.

На месторождениях типов 2–3, особенно в зоне затрудненного водообмена, основной объем информации должен быть получен с

помощью пластоиспытаний и гидрогеофизических методов в 7–20 разведочных скважинах.

2.4.3. В стадию предварительной разведки обязательно проведение гидрогеологического (для типа 4 – гидрогеокриологического) обследования территории, в т.ч. шахт (разрезов), и режимных наблюдений.

Если прогнозирование водопритоков в горные выработки предусматривается выполнять методом гидрогеологических аналогий, обследование шахт (разрезов) – аналогов приобретает самостоятельное значение.

2.4.4. При наличии на месторождении поверхностных вод необходимо провести гидрологические исследования (см.п.2.2.7), установить и количественно оценить гидравлическую связь поверхностных вод с водоносными горизонтами покровных и угленосных отложений, а также определить параметры этих водоносных горизонтов.

2.4.5. На месторождениях с покровными отложениями требуется установить водоносность последних, изменчивость их мощности, гранулометрического состава, фильтрационных и водных свойств, связь с водоносными горизонтами угленосной толщи.

2.4.6. Скважины для опытно-фильтрационных работ следует располагать в основном по поперечным профилям, совпадающим с разведочными линиями. Для изучения граничных условий основных водоносных горизонтов могут задаваться дополнительные профили за пределами площади разведки протяженностью до 3 – 5 км в сторону возможных границ (рек, разломов и др.).

2.4.7. Для изучения качества и свойств подземных, поверхностных и шахтных (карьерных) вод пробы воды на сокращенный химический анализ следует отбирать из всех естественных водопроявлений, при откачках и режимных наблюдениях, а на полный – дополнительно – из основных водоносных горизонтов, водотоков и водоемов по 1–2 пробы из каждого.

Пробы воды для бактериологических и специальных химических анализов необходимо отбирать из тех водоносных горизонтов, водотоков и водоемов, которые предполагается использовать для питьевого водоснабжения или которые будут участвовать в обводнении горных выработок.

Отбор проб подземных вод для определения содержания в них токсичных элементов (бериллия – 0,002, мышьяка – 0,05, никеля – 0,1, стронция – 2,0, титана – 0,1, цинка – 5,0, бария –

4,0, кадмия – 0,01, кобальта – 1,0, хрома – 0,05, фтора – 1,5, молибдена – 0,5, ванадия – 0,1)[x] является обязательным видом работ на стадии предварительной разведки /17/. Опробованию подлежат все водоносные горизонты, которые предположительно будут обводнять выработки не менее чем в 3–5 точках каждый.

2.4.8. Требования, изложенные в п.2.4.2 – 2.4.7, обязательны для предварительной разведки месторождений всех типов. Рекомендуемые далее виды и объемы работ являются дополнительными и связаны со спецификой гидрогеологических условий конкретного типа и подтипа месторождения.

2.4.9. На месторождениях типа 1, приуроченных к рыхлым и слаболитифицированным породам, необходимо изучить литологический и гранулометрический составы пород, выделить в разрезе водоносные горизонты (комплексы), водоупорные слои, а также породы, способные переходить в плывунное состояние, установить гидростатическое давление на кровлю или почву угольных пластов и предварительно изучить гидравлическую связь между водоносными горизонтами; опытно-фильтрационными работами раздельно изучить водоносность и фильтрационные свойства покровных, угленосных и нижележащих отложений.

Гидрогеологические и разведочно-гидрогеологические скважины следует располагать по квадратной сетке с расстояниями между ними, в зависимости от сложности условий, 2–4 км.

2.4.10. На месторождениях типа 2, приуроченных к полускальным и скальным породам, необходимо установить глубину развития зоны интенсивно трещиноватых, относительно однородно водопроницаемых пород. Изучение этой зоны следует производить с помощью опытно-фильтрационных и гидрогеофизических работ равномерно по всей площади. Часть скважин целесообразно опробовать пointервальными (зональными) откачками. Нижележащая зона, водоносность которой связана преимущественно с локальной трещиноватостью и закарстованностью, должна быть изучена в скважинах с признаками повышенной водоносности пород.

Для изучения водоносности и фильтрационных свойств угленосных и других коренных пород скважины следует располагать

---

[x] Числами указаны предельно допустимые концентрации элементов (ПДК, мг/л) в подземных и шахтных водах /17/.

при горизонтальном и пологом залегании – по квадратной сетке на расстоянии 2–4 км одна от другой, при наклонном и крутом – по профилям с расстоянием между ними 1–3 км и между скважинами в профиле 1–2 км.

2.4.11. На месторождениях типа 3, приуроченных к скальным и полускальным породам, основное внимание следует уделять выявлению и изучению водоносности локальных зон трещиноватости и закарстованности.

Водоносные зоны, способные существенно влиять на величину водопритока и обусловить прорывы воды в горные выработки, необходимо изучить в основном поинтервальными откачками и гидрогеофизическими методами, а при больших глубинах залегания – испытателями пластов. В остальном методика гидрогеологических исследований аналогична изучению этих зон на месторождениях типа 2. С учетом значительной фильтрационной неоднородности пород допускается некоторое сгущение сети скважин.

2.4.12. На месторождениях типа 4 (в области развития многолетнемерзлых пород) необходимо определить мощность мерзлых пород, их температурный режим, выделить таликовые зоны и ориентировочно оконтурить их. Гор зоны надмерзлотных, межмерзлотных и подмерзлотных вод подлежат испытанию пробными откачками для предварительного определения коэффициента фильтрации и удельного дебита. Опытные откачки следует производить в скважинах, вскрывших наиболее водообильные горизонты (зоны) межмерзлотных и подмерзлотных вод, два раза в год: в конце зимы и в середине осени /30/.

2.4.13. На месторождениях подтипов 1.1, 2.1 и 3.1 (основной источник формирования водопритоков – атмосферные осадки) гидрогеологические исследования должны быть направлены на изучение режима и баланса подземных вод и их зависимости от метеорологических факторов. Пункты режимных наблюдений необходимо располагать с учетом гидрогеологических, геоморфологических и геолого-структурных особенностей месторождения.

Для изучения покровных отложений скважины следует располагать по квадратной сетке с расстояниями между ними 2–4 км.

2.4.14. На месторождениях подтипов 1.2, 2.2 и 3.2 (основной источник формирования водопритоков – поверхностные воды) исследования должны быть направлены на изучение гидравлической связи водоносных горизонтов и зон тектонических на-

рушений, трещиноватости, карста, угленосной толщи с поверхностными водами.

Если река (водоем) врезана в породы угленмещающей толщи и режимными наблюдениями подтверждена гидравлическая связь между поверхностными и подземными водами, последующее изучение этой связи сводится к определению водопроницаемости, сопротивления русловых отложений и величины перетекания. Для этого следует произвести 1–2 кустовые откачки и продолжить режимные наблюдения.

При наличии аллювиальных отложений на участке месторождения, примыкающем к реке (водоему), необходимо вдоль нее заложить профиль скважин и произвести пробные откачки. На площади распространения сильно водопроницаемых пород следует задать поперечный (относительно реки) профиль скважин до коренного берега и произвести в них пробные, одиночные опытные и одну кустовую откачки.

В очень сложных условиях должны быть проведены специальные гидрологические исследования (см.п.2.2.7).

2.4.15. На месторождениях подтипов 1.3, 2.3 и 3.3 (основной источник формирования водопритоков – воды покровных отложений) гидрогеологические исследования должны быть направлены на изучение площади распространения, мощности, водоносности и фильтрационных свойств покровных отложений, а также их гидравлической связи с подземными водами угленосных пород.

Гидрогеологические скважины следует задавать по сетке аналогично изложенному в п.2.4.13. Для определения гидрогеологических параметров этих отложений и их гидравлической связи с водоносными горизонтами угленосной толщи необходимо провести не менее 1–2 кустовых откачек.

2.4.16. На месторождениях подтипов 1.4, 2.4 и 3.4 (основной источник формирования водопритоков – подземные воды угленосных и других коренных пород) необходимо изучить водоносность и фильтрационные свойства перекрывающих и подстилающих угольные пласты отложений.

Гидрогеологические исследования должны включать установление количества водоносных горизонтов, величины гидростатического напора на кровлю угольного пласта, мощности и выдержанности водоупорных слоев, отделяющих угольные пласты от водоносных пород, наличие гидрогеологических окон.

На месторождениях подтипа 1.4 необходимо провести 3–8 пробных (преимущественно) и одиночных опытных откачек, а также 1–2 кустовые откачки. На месторождениях подтипов 2.4 и 3.4 в зоне активного водообмена – 4–6 пробных (одиночных опытных) откачек, пластоиспытания и гидрогеофизические исследования – соответственно в 3–5 и 7–10 скважинах, а также 1–2 кустовые откачки.

В зоне затрудненного водообмена на месторождениях подтипов 2.4 и 3.4 опробование водоносных горизонтов должно производиться пластоиспытателями и гидрогеофизическими методами соответственно в 7–10 и 10–15 точках, а также 2–3 пробными и одиночными опытными (в т.ч. поинтервальными) откачками. Гидрогеологическое опробование целесообразно производить в разведочных скважинах с признаками водопроявлений (см. п. 2.4.10).

При наличии на месторождении обводненных покрытых отложений или поверхностных водотоков (водоемов) следует выполнять исследования, связанные с изучением этих объектов (см. п. 2.4.14 и 2.4.15).

2.4.17. На месторождениях подтипов 4.1 и 4.2 (основные источники формирования водопритоков – поверхностные и надмерзлотные воды) для оценки роли поверхностных вод в формировании водопритоков в горные выработки необходимо провести гидрологические исследования, а для определения мощности и фильтрационных свойств сезонноталых пород (в т.ч. талика, см. 2.4.12) – пробные откачки в 3–4 скважинах, равномерно распределенных по площади участка.

С целью изучения влияния поверхностных вод следует заложить профиль из 2–3 скважин от месторождения (участка) до водотока (водоема), провести пробные откачки и организовать режимные наблюдения.

2.4.18. На месторождениях подтипа 4.3 (основной источник формирования водопритоков – межмерзлотные воды) гидрогеологические работы должны быть направлены на выявление и предварительное изучение зон, содержащих межмерзлотные воды. Для этого используются данные о вскрытии этих вод разведочными скважинами, результаты наблюдений за изменением температуры пород в скважинах, гидрогеокриологического обследования территории и геофизических исследований.

Для оценки водообильности, фильтрационных свойств пород, запасов и ресурсов межмерзлотных вод, условий их восполнения

необходимо проводить пробные и одиночные опытные откачки, а также режимные наблюдения в разведочных скважинах, вскрывших эти воды.

2.4.19. На месторождениях подтипа 4.4 (основной источник формирования водопритоков – подмерзлотные воды) необходимо установить мощность многолетнемерзлых пород и ее изменчивость, глубину залегания подмерзлотных вод, их напор, наличие или отсутствие водоупорных пород между водоносными горизонтами и угольным пластом. Следует изучить условия питания подмерзлотных вод, фильтрационные свойства водовмещающих пород и др.

Скважины для пробных и опытных откачек целесообразно располагать по профилям через 1–2 км при крутом залегании пород, через 1–3 км – при пологом. Расстояния между скважинами в профилях от 1–1,5 км при крутом, до 1–3 км при пологом залегании.

На месторождениях (участках) или их частях, полностью находящихся под многолетнемерзлыми породами, изучение гидрогеологических условий разработки необходимо производить (в зависимости от степени литификации и дислоцированности пород) в соответствии с рекомендациями, изложенными в п.2.4.16 для подтипов 1.4, 2.4 и 3.4.

2.5. Детальная разведка

2.5.1. На данной стадии задача исследований состоит в получении достоверных сведений о гидрогеологических условиях месторождения (участка) в объеме, достаточном для составления проекта разработки месторождения.

Проект исследований должен учитывать результаты предварительной разведки и основные положения ТЭД: способ разработки и схему вскрытия, местоположение шахтных стволов или разрезной траншеи, очередность разработки угольных пластов и отдельных частей шахтного (карьерного) поля, методы борьбы с водопритоками в горные выработки, мероприятия по охране подземных и поверхностных вод от загрязнения и истощения, а также расчетную гидродинамическую схему и методы прогнозирования водопритоков.

2.5.2. Гидрогеологические исследования должны быть направлены на уточнение и доизучение гидрогеологических условий месторождения (участка) и завершить решение задач, перечис-

ленных в п.2.4.1. Кроме того, преимущественно для площади первоочередной отработки необходимо определить условия поступления воды в горные выработки, оконтурить гидрогеологические окна, изучить водоносность ранее установленных и вновь выявленных зон тектонических нарушений, карста, горелых пород, таликов и их влияние на обводнение горных выработок.

2.5.3. На открытых и полузакрытых месторождениях типов 1–3 следует проводить гидрогеологическую съемку, на закрытых – гидрогеологическое обследование, а на месторождениях типа 4 – гидрогеокриологическое обследование.

2.5.4. На месторождениях всех типов в пределах участка детальной разведки должно производиться сгущение сети гидрогеологических (разведочных гидрогеологических) скважин с учетом вида и сложности месторождения. Определение параметров водоносных горизонтов должно производиться 3–7 опытными одиночными откачками (выпусками) и 1–3 кустовыми. Водоносность твердых устойчивых пород на глубоких горизонтах необходимо исследовать в основном с помощью пластоиспытаний в 5–20 разведочных скважинах. Пробные откачки следует использовать ограниченно, преимущественно для предварительного опробования возмущающих и крайних наблюдательных скважин опытных кустов. Для изучения водоносности локальных зон могут задаваться отдельные скважины (кусты) вне профилей или дополнительные профили.

Нужно предусмотреть гидрогеологическое опробование разведочных скважин, расположенных вблизи намечаемого местоположения (согласно ТЭД) стволов шахты или разрезной траншеи с целью предварительной оценки гидрогеологических условий строительства последних.

2.5.5. В процессе детальной разведки необходимо продолжать изучение химического и газового состава, физических и агрессивных свойств, бактериологического состояния поверхностных, подземных и шахтных (карьерных) вод, содержания в них вредных и полезных компонентов и изменений перечисленных показателей по сезонам года. Каждый водоносный горизонт должен быть изучен не менее чем в 3–5 точках.

Если на стадии предварительной разведки установлено наличие в дренируемых водоносных горизонтах токсичных элементов в концентрациях, превышающих или равных ПДК (см.п.2.4.7), при детальной разведке необходимо отбирать специальные пробы воды

из родников и скважин, вскрывших эти горизонты, из расчета не менее 10 проб из каждого (включая пробы, отобранные ранее). Если на предыдущей стадии токсичные элементы не обнаружены, или их концентрации меньше ПДК, проведения специального опробования при детальной разведке не требуется /17/.

2.5.6. В процессе гидрогеологических исследований на рыхлых и слаболитифицированных отложений должны отбираться образцы пород для определения их водно-физических свойств (пористости, водопроницаемости, водоотдачи и др.).

На месторождениях, пригодных к открытой разработке, необходимо исследовать все слои пород, перекрывающие угольные пласты, и 15-20-метровую подстилающую толщу.

На месторождениях, подлежащих подземной разработке, следует изучить все литологические разности горных пород в интервале зоны дренажа выше угольного пласта и на 15-20 м ниже него. При мощности слоя 1-5 м отбирается один образец, при 5-10 м - два, при большей мощности - один образец через каждые 7-10 м.

2.5.7. В процессе детальной разведки должны быть уточнены источники питьевого и технического водоснабжения, а также ориентировочно определены ресурсы вод и их качество /14,15, 19/.

2.5.8. Направление, особенности методики исследований и объемы гидрогеологических работ определяются принадлежностью месторождения (участка) к конкретному подтипу и виду, а также сложностью его изучения (с учетом способа разработки).

2.5.9. На месторождениях подтипов 1.1, 2.1 и 3.1 необходимо продолжить изучение условий инфильтрации атмосферных осадков с помощью режимных наблюдений (см.разд. 2.2.6).

На месторождениях видов 1.1.1, 2.1.1 и 3.1.1, пригодных для открытой разработки, необходимо уточнить распределение атмосферных осадков по месяцам, выявить абсолютные максимумы за месяц и сутки, их повторяемость, установить запасы воды в снежном покрове, уточнить модули поверхностного и подземного стоков.

На месторождениях видов 1.1.2, 2.1.2 и 3.1.2, подлежащих подземной разработке, необходимо уточнить условия поверхностного стока, выявить места временного скопления дождевых (ливневых) и талых вод. С целью изучения условий фильтрации воды в горные выработки следует провести 3-5 пробных, 2-3

одиночных опытных и 1–2 кустовых откачек. Фильтрационные свойства пород зоны аэрации должны быть определены методами наливов (нагнетаний) в 3–5 точках, а рыхлых отложений – еще и лабораторными методами.

2.5.10. На месторождениях подтипов 1.2, 2.2 и 3.2 необходимо уточнить условия гидравлической взаимосвязи поверхностных вод с подземными, продолжить гидрометрические наблюдения на ранее созданных и вновь оборудованных постах, расположенных выше и ниже по течению реки относительно участка разведки. У гидрометрических постов следует оборудовать створы скважин для режимных наблюдений за подземными водами.

Для уточнения фильтрационных свойств водопроницаемых пород, выявления и изучения гидрогеологических окон на профиле, ориентированном вдоль водоема или водотока, следует сгустить опытные скважины. В местах наиболее вероятного проникновения поверхностных вод в горные выработки должны быть проведены кустовые откачки.

На месторождениях видов 1.2.1, 2.2.1 и 3.2.1 необходимо уточнить гидрогеологические параметры пород, слагающих русло реки или чашу водоема, изучить их мощность, однородность фильтрационных свойств, условия поступления поверхностных вод в горные выработки. Для этих целей рекомендуется провести 3–6 пробных, 3–4 одиночных опытных и 1–3 кустовых откачек. При особо сложной взаимосвязи поверхностных и вовлекаемых в дренаж подземных вод целесообразно применение опытно-эксплуатационных откачек.

На месторождениях видов 1.2.2, 2.2.2 и 3.2.2, пригодных для подземной разработки, необходимо установить контуры гидрогеологических окон, через которые поверхностные воды могут поступать в горные выработки и изучить фильтрационные свойства слагающих их пород (в аллювиальных и угленосных отложениях). Объем опытно-фильтрационных работ зависит от количества и размеров окон, наиболее характерные из которых должны быть изучены не менее чем одной-двумя одиночными опытными (пробными) и одной кустовой откачками каждое. Как и на месторождениях предыдущих видов здесь возможно применение опытно-эксплуатационных откачек.

2.5.11. На месторождениях подтипов 1.3, 2.3 и 3.3 требуется оценить запасы и ресурсы вод покровных отложений, уточнить гидрогеологические параметры, изучить взаимосвязь разви-

тых в них водоносных горизонтов между собой и с дренируемыми водоносными горизонтами угленосных отложений. Для этого следует сгустить сеть скважин, опробуемых откачками и изучаемых гидрогеофизическими методами.

На месторождениях видов 1.3.1, 2.3.1 и 3.3.1, пригодных для открытой разработки, необходимо уточнить фильтрационные свойства и условия питания всех водоносных горизонтов покровных отложений. Рекомендуется проводить 2–6 пробных, 3–5 опытных одиночных и 1–3 кустовых откачек.

На месторождениях видов 1.3.2, 2.3.2 и 3.3.2 помимо выполнения исследований в объемах, предусмотренных для видов 1.3.1, 2.3.1, 3.3.1, необходимо установить водопроницаемость угленосных пород, через которые воды покровных отложений будут поступать в горные выработки. Объем работ должен составлять от 2–3 (на месторождениях вида 1.3.2) до 3–5 (для вида 3.3.2) одиночных опытных откачек. Кроме того, на месторождениях вида 1.3.2 целесообразно в 3–5 точках провести опережающее опробование, а на месторождениях видов 2.3.2 и 3.3.2 в 7–10 точках – пластоиспытания и гидрогеофизические исследования.

На месторождениях видов 1.3.3, 2.3.3 и 3.3.3, пригодных для подземной разработки, кроме работ, предусмотренных для видов 1.3.1, 2.3.1 и 3.3.1, необходимо определить границы гидрогеологических окон и фильтрационные свойства слагающих их пород. Объем работ следует определять аналогично изложенному для видов 1.2.2, 2.2.2 и 3.2.2. На месторождениях видов 2.3.3 и 3.3.3, кроме того, в 1–2 точках (в расчете на одно окно) необходимо провести пластоиспытания и гидрогеофизические исследования.

2.5.12. На месторождениях подтипов 1.4, 2.4 и 3.4 необходимо детально изучить водоносные горизонты в зоне дренажа, а также уточнить гидрогеологическое значение тектонических нарушений, карста, горелых пород и др. На месторождениях подтипов 2.4 и 3.4, кроме того, следует уточнить глубину распространения зоны активного водообмена. При изучении этой зоны, а также на месторождениях подтипа 1.4, гидрогеологические и разведочно-гидрогеологические скважины следует располагать по квадратной сетке со стороной 1–2 км. При исследовании зоны затрудненного водообмена (подтипы 2.4 и 3.4) сеть сква-

жин прямоугольная: расстояния между профилями 1–3 км, между скважинами в профиле – 0,5–1,0 км.

Опытно-фильтрационные работы, связанные с изучением локальной водоносности (разломов, флексур, карста и др.), особенно в зоне затрудненного водообмена, должны проводиться преимущественно в местах, где по данным разведочного бурения зафиксированы водопроявления или их признаки (см.п.2.2.3, 2.4.10).

На месторождениях подтипов 2.4 и 3.4 целесообразно проводить поинтервальные опытные откачки преимущественно с 2–3 понижениями. Кустовыми откачками должна опробоваться лишь верхняя зона – в основном для изучения перетекания из других водоносных горизонтов. Кроме того, для изучения изменений фильтрационных свойств в разрезе необходимо проводить пластоиспытания (особенно в зоне затрудненного водообмена) и гидрогеофизические исследования.

На месторождениях видов 1.4.1, 2.4.1, пригодных для открытой разработки, детальному изучению подлежат основные водоносные горизонты и зоны, а при подземной разработке – те из них, которые будут дренироваться. Гидрогеологические исследования необходимо направить на определение естественных запасов и ресурсов подземных вод, параметров указанных водоносных горизонтов, выявление источников их питания, режима подземных вод, роли локальных обводненных зон.

Объем опытно-фильтрационных работ для изучения зоны активного водообмена (соответственно для месторождений видов 1.4.1, 2.4.1 и 3.4.1) – 4–6, 4–6, 2–4 пробных, 3–5, 3–5, 5–7 одиночных опытных, 2–3, 2–3, 1–2 кустовых откачек. На месторождениях видов 2.4.1 и 3.4.1 в 7–10 скважинах следует провести гидрогеофизические исследования.

При изучении зоны затрудненного водообмена на месторождениях видов 2.4.1 и 3.4.1 пробные откачки целесообразно проводить в количестве 2–3, одиночные опытные – 5–7, пластоиспытания и гидрогеофизические исследования – в 7–10 скважинах.

Гидрогеологические исследования месторождений видов 1.4.2, 2.4.2 и 3.4.2 должны быть направлены на детальное изучение роли гидрогеологических окон в обводнении будущих горных выработок.

На месторождениях, подлежащих открытой разработке, кроме водоносных горизонтов, вскрываемых разрезом (см.виды 1.4.1,

2.4.1, 3.4.1), требуется изучить гидрогеологические окна в слабопроницаемых породах, подстилающих угольный пласт. При подземной разработке необходимо оконтурить гидрогеологические окна в кровле и почве угольного пласта и изучить фильтрационные свойства слагающих их пород.

Объемы опытно-фильтрационных работ зависят от количества и размеров окон, наиболее характерные из которых в зоне активного водообмена на месторождениях вида 1.4.2 должны быть изучены не менее чем 1–2 одиночными опытными (пробными) и одной кустовой откачками каждое. На месторождениях видов 2.4.2 и 3.4.2 – 1–2 одиночными опытными откачками с использованием в 2–3 скважинах гидрогеофизических исследований. В зависимости от конкретных условий допускается проведение кустовых откачек.

В зоне затрудненного водообмена каждое гидрогеологическое окно должно быть изучено не менее чем 1–2 одиночными опытными откачками, пластоиспытаниями и гидрогеофизическими исследованиями в 1–3 скважинах.

2.5.13. На месторождениях подтипа 4.1 (вид 4.1.1) необходимо продолжать изучение толщи сезонномерзлых пород и таликовых зон, через которые поверхностные воды могут поступать в горные выработки, а также режима поверхностных и надмерзлотных вод. Исследование сезонномерзлых пород должно быть направлено на уточнение их литологического состава, мощности, фильтрационных свойств, продолжительности периода талого состояния. При изучении таликов необходимо уточнить их контуры, фильтрационные свойства пород, связь с поверхностными, межмерзлотными и подмерзлотными водами. Для этого нужно сгустить сеть гидрогеологических (в т.ч.режимных) скважин вдоль водоема (водотока).

Объем опытно-фильтрационных работ должен состоять из 2–4 пробных, 4–6 одиночных опытных и 1–2 кустовых откачек. При особо сложной связи поверхностных вод с водами таликов, способных поступать в горные выработки, допускается применение опытно-эксплуатационных откачек.

2.5.14. На месторождениях подтипа 4.2 необходимо продолжать изучение надмерзлотных вод и таликов.

Месторождения вида 4.2.1 разрабатываются преимущественно разрезами. В этих условиях необходимо изучить запасы надмерзлотных вод (при максимальном оттаивании пород), возмож-

ность получения ими дополнительного питания за счет поверхностных, межмерзлотных и подмерзлотных вод. С этой целью, учитывая экспозицию склонов, геоморфологические особенности месторождения наличие и размеры таликов, необходимо изучить фильтрационные свойства сезонноотаивающих пород путем сгущения сети гидрогеологических скважин.

Объем опытно-фильтрационных работ может включать 2–4 пробных, 3–5 одиночных опытных и 1–2 кустовых откачек.

На месторождениях вида 4.2.2 исследования должны быть направлены на установление границ таликов, уточнение литологического состава и фильтрационных свойств пород в их пределах, определение запасов и ресурсов надмерзлотных вод, водоотдачи и фильтрационных свойств сезонноотаивающих пород.

Методика изучения гидрогеологических условий в основном аналогична изложенному для вида 4.2.1. В связи с необходимостью детального изучения таликов приведенные выше объемы работ могут быть увеличены на 20–50%.

2.5.15. На месторождениях подтипа 4.3 (вид 4.3.1) необходимо уточнить границы распространения межмерзлотных вод, их запасы, источники и условия питания, фильтрационные свойства немерзлых пород.

Пробные откачки следует производить из всех разведочных скважин, вскрывших межмерзлотные воды. Одиночными опытными откачками должны опробоваться наиболее водообильные скважины, причем дважды: в конце зимы и осенью. Часть этих скважин оставляется для режимных наблюдений.

2.5.16. На месторождениях подтипа 4.4 необходимо уточнить глубину залегания нижней границы многолетнемерзлых пород, изучить условия питания и режим подмерзлотных вод, их напор, фильтрационные свойства водовмещающих пород.

На месторождениях вида 4.4.1 при открытой разработке исследованию подлежат все подмерзлотные водоносные горизонты, залегающие выше угольного пласта и в его почве. При подземной разработке должны быть изучены те из них, которые окажутся в зоне дренажа.

Методика гидрогеологических исследований, связанных с изучением подмерзлотных вод, может быть принята (в зависимости от степени литификации и дислоцированности водовмещающих пород) аналогичной рекомендованной для соответствующих видов месторождений в типах 1–3 (см.п.2.5 12). Не исключается не-

обходимость проведения дополнительных работ, связанных с доизучением надмерзлотных, межмерзлотных вод и таликов (см. п.2.5.14, 2.5.15).

На месторождениях вида 4.4.2 для возможности поступления подмерзлотных вод в горные выработки по гидрогеологическим окнам, не обусловленным мерзлотой, задачи гидрогеологических исследований и объемы работ следует принимать по соответствующей аналогии с видами 1.4.2, 2.4.2 и 3.4.2 (см.п.2.5.12).

В случаях, когда подмерзлотные воды могут поступать в горные выработки по таликам, необходимо изучить напоры, ресурсы и запасы дренируемых вод, оконтурить талики и определить фильтрационные свойства пород в их пределах. Ориентировочно объемы опытно-фильтрационных работ (в зависимости от количества и размеров таликов) могут составлять: до 3–6 пробных, 4–7 одиночных опытных и 2–3 кустовых откачек; целесообразно 2–5 гидрогеологических скважинах провести гидрогеофизические исследования. Если талики сложены скальными или полускальными трещиноватыми породами, рекомендуется сократить количество откачек и провести пластоиспытания не менее чем в 50% скважин, вскрывших талики.

2.6. Доразведка

2.6.1. Основной задачей исследований на стадии доразведки ранее детально разведанных или разрабатываемых месторождений является уточнение гидрогеологических условий недостаточно изученных частей шахтного (карьерного) поля – флангов, глубоких горизонтов, пластов и т.д. В связи с этим необходимо:

– изучать водоносность флексурных складок, зон разрывных нарушений, повышенной трещиноватости, карста, горелых пород, погребенных долин, таликов;

– уточнять границы затопленных выработок, определять объемы содержащейся в них воды;

– уточнять возможные величины водопритоков в горные выработки по мере их приближения к поверхностным водотокам (водоемам), обводненным покровным отложениям, тектоническим нарушениям, закарстованным породам и др.;

– изучать химический состав и свойства шахтных (карьерных) вод;

– изучать влияние горных работ на поверхностные и подзем-

ные воды и оценивать эффективность мер их охраны от загрязнения и истощения.

2.6.2. Методы, виды и объемы гидрогеологических работ определяются конкретными условиями и задачами исследований.

При доразведке шахтного (карьерного) поля с переутверждением запасов угля в ГКЗ СССР (ТКЗ) гидрогеологические исследования должны проводиться согласно рекомендациям, изложенным в данной Инструкции для соответствующих видов месторождений с учетом результатов ранее выполненных работ, замечаний ГКЗ СССР (ТКЗ) и материалов шахтной (карьерной) геологической службы.

При доразведке с целью выполнения рекомендаций ГКЗ СССР (ТКЗ) без переутверждения запасов угля гидрогеологические работы приводятся в объеме, обеспечивающем реализацию указанных рекомендаций и удовлетворяющем требования проектирующей организации.

При доразведке шахтного (карьерного) поля в связи с реконструкцией угледобывающего предприятия исследования должны быть выполнены в объеме, достаточном для разработки проекта реконструкции.

2.7. Эксплуатационная разведка

2.7.1. Гидрогеологические исследования ведутся на действующих или подготавливаемых к эксплуатации горизонтах и участках, непосредственно примыкающих к горным выработкам. Цель исследований – уточнение исходных гидрогеологических данных, обеспечивающих текущее и оперативное планирование угледобычи и безопасное ведение горных работ.

Задачами исследований являются:

– уточнение условий разработки угольных пластов при приближении горных выработок к водотокам (водоемам), затопленным выработкам, тектоническим нарушениям, тектоническим, горелым и другим потенциально обводненным породам (зонам);

– детализация местоположения и уточнение степени водообильности водоносных горизонтов, залегающих в кровле и почве угольного пласта, а также на выходе последнего под водоносные покровные отложения;

– изучение химического состава и свойств шахтных (карьерных) вод.

2.7.2. Решение перечисленных задач должно производиться путем бурения и опробования опережающих скважин, гидрогеологического обследования шахт (разрезов) с максимальным использованием материалов геологической службы горных предприятий.

2.7.3. При проходке шахтных стволов опережающие скважины необходимо располагать как по периметру, так и в центральной части забоя ствола. Они должны опережать забой ствола не менее чем на 20 м.

2.7.4. В горизонтальных и наклонных горных выработках при приближении их забоев к потенциально обводненным зонам опережающие скважины необходимо задавать в кровлю и почву выработки, а также по ее оси. Бурение следует производить в соответствии с действующими правилами /43, 45, 47/ и методическими рекомендациями /25–27/.

2.8. Изучение условий проходки шахтных стволов и разрезных траншей

2.8.1. Для уточнения гидрогеологических условий проходки шахтных стволов по заданию проектирующей организации производится бурение и опробование контрольно-стволовых скважин. Под каждый вертикальный ствол задается от одной (неглубокие стволы в простых гидрогеологических условиях) до 3–4 (глубокие стволы, сложные условия) скважин. Для изучения условий строительства рудничного двора и уточнения водоносности подугольных отложений одна из контрольных скважин должна быть пройдена на 30–50 м глубже горизонта, проектируемого к вскрытию стволом.

2.8.2. При вскрытии месторождения наклонными стволами контрольные скважины задаются по осевой линии ствола: вблизи устья, в месте вреза в угольный пласт и далее через 100–300 м по падению. При этом должны быть изучены породы, залегающие на 15–20 м ниже подошвы ствола.

В результате бурения и гидрогеологического опробования контрольно-стволовых скважин необходимо уточнить /18, 25–27/:

– геологическое строение в месте заложения ствола (составить подробный геологический разрез с детальным описанием пород, их трещиноватости, крепости, буримости);

– глубину залегания водоносных горизонтов, их мощность, водопроницаемость, уровне- или пьезопроводность, водоотдачу,

водопроводимость, напоры и установившиеся уровни воды, температуру, химический состав и агрессивные свойства вод каждого водоносного горизонта.

Для обоснования специальных методов проходки шахтных стволов в сильнообводненных, неустойчивых и многолетнемерзлых породах по заданию проектирующей организации выполняется дополнительный комплекс исследований в зависимости от выбранного метода проходки /51/. Такие же работы выполняются по трассам проектируемых основных подземных выработок.

2.8.3. Для уточнения гидрогеологических условий проходки разрезной траншеи вдоль ее оси бурятся контрольные скважины, в каждой из которых проводится опытная откачка. В местах резкой смены гидрогеологической обстановки должны быть пройдены дополнительно скважины по поперечным профилям. Глубина контрольных скважин должна быть на 10–20 м больше глубины залегания почвы угольного пласта. Количество скважин колеблется от 1–2 до 3–5 на каждый километр протяженности разрезной траншеи в зависимости от сложности гидрогеологических условий, фациально-литологической изменчивости покровных и углевмещающих пород, близости поверхностных водоемов (водотоков) и других факторов.

На участках наибольшего приближения разрезной траншеи к водотоку (водоему) следует провести опытную кустовую откачку для изучения влияния поверхностных вод на обводнение разрезной траншеи.

В результате бурения и гидрогеологического опробования контрольных скважин необходимо установить:

– положение уровня воды и ее напор, глубину залегания и мощность водоносных горизонтов в полосе разрезной траншеи;

– водообильность (дебит, удельный дебит скважин), водопроницаемость, водопроводимость, уровне- или пьезопроводность водоносных горизонтов;

– степень влияния поверхностных вод на обводнение разрезной траншеи.

3. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЗРАБОТКИ

3.1. Методы прогнозирования водопритоков и области их применения

3.1.1. При выборе методов прогнозирования водопритоков в горные выработки необходимо учитывать способ разработки (открытый или подземный), тип месторождения и сложность гидрогеологических условий, а также очередность выемки угольных пластов по участкам (блокам) и другие положения ТЭД, влияющие на водопритоки.

3.1.2. Прогнозирование общих водопритоков необходимо выполнять не менее чем двумя методами. В освоенных районах прогнозные величины водопритоков должны быть сопоставлены с водопритоками в ближайшие шахты или разрезы, находящиеся в аналогичных гидрогеологических и горно-технических условиях.

3.1.3. Прогнозирование водопритоков производится методами: аналитическим, гидрогеологических аналогий, балансовым, гидравлическим, вероятностными и моделирования.

3.1.4. Аналитические методы дают возможность рассчитывать притоки воды в горные выработки и дренажные установки, а также прогнозировать изменение уровня подземных вод в процессе разработки месторождений. Применение этих методов требует приведения реальной гидродинамической обстановки к одной из расчетных схем, имеющих стандартное решение. Принятая схема должна в упрощенном виде отражать основные закономерности природных условий, что достигается заменой криволинейных границ области фильтрации прямолинейными, приведением неоднородных толщ к однородным, пространственных потоков к двухмерным или одномерным и т.д.

Точность прогнозной оценки общих водопритоков в горные выработки в значительной степени зависит от достоверности определения исходных гидрогеологических параметров и граничных условий. По характеру фильтрации выделяются следующие основные схемы (прил.1): неограниченный пласт (с удаленными от горных выработок границами), полуограниченный пласт (с одной прямолинейной границей), пласт-полоса (с двумя параллельными границами), пласт-угол (с двумя пересекающимися границами), круговой пласт (с замкнутой границей).

Расчет общих водопритоков производится по методу "большого колодца", являющемуся разновидностью аналитических методов. Расчету предшествуют схематизация фильтрационного потока, определение величин гидрогеологических параметров по данным опытно-фильтрационных работ с получением усредненных значений, определение приведенного радиуса системы горных выработок шахты (разреза) (см.прил.1).

Определение величин параметров необходимо производить в соответствии с режимом фильтрации воды при откачке (установившимся или неустановившимся) и принятым способом обработки результатов /5,8,23/.

Метод "большого колодца" успешно применяется для прогнозирования водопритоков на месторождениях всех типов при разработке пластов в зоне активного водообмена.

3.1.5. Метод гидрогеологических аналогий эффективен при оценке общих водопритоков в освоенных бассейнах. Он дает вполне удовлетворительные результаты при сходстве гидрогеологических условий разведуемого участка и участка-аналога шахты (разреза). Сходство заключается в идентичности геологического строения, близости значений фильтрационных параметров, граничных условий водоносных горизонтов, способов вскрытия и выемки пластов угля, управления кровлей и др.

В настоящее время используются несколько способов расчетов: с помощью эмпирических формул, выведенных в результате статистической обработки фактических данных по действующим шахтам и разрезам, находящимся в аналогичных гидрогеологических условиях[x], по коэффициенту водообильности, удельному водопритоку, величине понижения уровня подземных вод и др. (см.прил.1).

3.1.6. Балансовый метод применяется для расчета общего водопритока на месторождениях (участках), где элементы водного баланса могут быть установлены достаточно надежно.

3.1.7. Гидравлический метод применяется при очень сложных гидрогеологических условиях. В основе этого метода – результа-

[x] Строго говоря, этот способ (прогнозирование водопритоков, химического состава шахтных вод и др.) относится к математическому моделированию – детерминированные логико-математические модели.

ты опытно-эксплуатационных (групповых и одиночных) откачек и экстраполяция полученных данных с учетом разницы в величинах понижения уровня воды, дебита при опыте и при эксплуатации.

3.1.8. Вероятностные методы, используемые при гидрогеологическом прогнозировании, основаны на установлении и измерении корреляционных связей между важнейшими природными и технологическими параметрами, с одной стороны, и основными показателями гидрогеологических условий – с другой, а также на применении теории вероятностей и, в частности, теоремы Байеса. Эти методы применяются для прогнозирования величины общих водопритоков (см.прил.1), притоков из тектонических нарушений (см.прил.3), притоков в очистные выработки (см. прил.4).

3.1.9. Моделирование как метод прогнозирования водопритоков применяется сравнительно редко и только при очень сложных гидрогеологических условиях, для которых нет аналитических решений или нет уверенности в получении удовлетворительных результатов другими методами. Применение моделирования требует большого объема исходной гидрогеологической информации. Краткие сведения о моделировании приведены в прил.1, подробные – в литературных источниках /11, 13, 50, 56/.

3.2. Прогнозирование водопритоков при подземной разработке

3.2.1. По материалам разведочных работ необходимо прогнозировать:

– величину притока воды в шахту на разных этапах развития горных работ (при вводе в эксплуатацию, при достижении проектной производительности и максимальной глубины разработки);

– приток воды в выработки по пластам (при пологом и наклонном залегании), горизонтам (при крутом залегании) и крыльям шахты;

– режим общих водопритоков;

– возможность прорывов воды и плывунов с выделением участков, опасных по прорывам, оценкой максимальных величин и продолжительности повышенных притоков;

– величину водопритоков в очистные выработки и стволы шахт из вскрываемых водоносных горизонтов в процессе их проходки.

3.2.2. Оценку общешахтного водопритока на месторождениях типов 1 и 2 необходимо производить аналитическими методами (см.прил1). Дополнительно следует использовать метод аналогии, а в условиях, благоприятных для оценки баланса подземных и поверхностных вод, – балансовый метод. На месторождениях типа 3 метод аналогии является основным, а дополнительными – вероятностный и (см.прил.1) балансовый. При разведке участков под крупные угледобывающие предприятия в очень сложных гидрогеологических условиях для прогноза общешахтных водопритоков целесообразно применять моделирование или гидравлический метод /13, 50, 56/. На месторождениях типа 4 (в многолетнемерзлых породах) общий водоприток в систему горных выработок определяется методами, применяемыми на месторождениях типов 1–3. При этом необходимо учитывать затрудненные условия питания подземных вод, вследствие чего водоприток в процессе эксплуатации может постепенно снижаться.

3.2.3. Для оценки величин притоков воды по пластам, горизонтам и крыльям шахт следует применять те же формулы, что и для прогноза общешахтных водопритоков (см.прил.1).

3.2.4. Прогнозирование режима водопритоков производится методами аналитическим и аналогии – путем распространения параметров режима шахты-аналога на разведуемое месторождение (участок) либо по эмпирическим формулам (п.3.1.5).

3.2.5. Прогнозирование прорывов воды и плывунов производится с учетом источника возможного прорыва (зоны тектонических нарушений, карста, горелых пород, затопленные выработки и др.). На основании анализа гидрогеологической обстановки и планов развития горных работ необходимо оценить возможность прорывов и оконтурить на прогнозных картах места их проявления. Величина притока воды (плывунов) при прорыве прогнозируется в основном методами гидрогеологических аналогий и вероятностно-статистическим (см.прил.2.3).

3.2.6. Прогноз водопритоков в очистные выработки должен включать расчет притоков в выработанное пространство и непосредственно в очистной забой. Он выполняется методами аналитическим, аналогии и вероятностно-статистическим (прил.4).

3.2.7. Расчет прогнозных водопритоков из водоносных горизонтов в шахтные стволы следует производить методами аналитическим и гидравлическим. В освоенных районах целесообразно

сравнивать расчетные значения притоков с фактическими данными по стволам, пройденным в близких гидрогеологических условиях.

3.3. Прогнозирование водопритоков при открытой разработке

3.3.1. По материалам детальной разведки составляется прогноз водопритоков в разрезные траншеи (ориентировочный) и разрез на основные этапы его развития: при вскрытии подземных вод и угольного пласта, при вводе разреза в эксплуатацию, при достижении им проектной производительности и максимальной глубины разработки (в соответствии с положениями ТЭД).

Расчет водопритоков производится на 100 м протяженности траншеи и разреза раздельно из водоносных горизонтов вскрышных пород, межугольных и подугольных отложений, а также из водоемов и водотоков. Необходимо также рассчитывать приток воды в разрез за счет талых, дождевых и особенно ливневых вод. Катастрофические водопритоки, обусловленные ливнями, их повторяемость должны быть обоснованы результатами многолетних наблюдений за атмосферными осадками. В районах развития многолетнемерзлых пород водоприток определяется раздельно из надмерзлотных, межмерзлотных и подмерзлотных водоносных горизонтов.

3.3.2. Прогнозирование притоков воды в разрезную траншею и в разрез следует выполнять аналитическими методами. При проходке траншеи в ограниченных по площади структурах может использоваться балансовый метод. В случаях большой протяженности траншеи и значительной изменчивости гидрогеологических параметров необходимо разделить ее на участки с одинаковыми или близкими условиями и водоприток рассчитывать по каждому из них.

3.4. Прогнозирование химического состава и агрессивных свойств шахтных (карьерных) вод

3.4.1. Прогнозированию подлежат: величина общей минерализации, содержание натрия и калия, кальция, магния, гидрокарбонатов, сульфатов, хлора, количество растворенных тяжелых металлов и токсичных элементов, фенолов, сероводорода, содержание взвешенных веществ, агрессивные свойства воды, а также другие компоненты и свойства, способные оказывать отрицатель-

ное воздействие на условия работы горняков, сохранность окружающей среды, крепи, оборудования и т.п. /10, 33, 44/.

3.4.2. Прогнозирование химического состава и агрессивных свойств шахтных (карьерных) вод должно осуществляться на основе гидрогеологических закономерностей, выявленных в процессе разведки месторождения (участка). В освоенных угледобывающей промышленностью бассейнах и районах необходимо также учитывать фактические данные и закономерности, установленные в ходе разработки месторождения.

3.4.3. Для прогнозирования качества шахтных (карьерных) вод следует использовать методы гидрохимических аналогий, вероятностные, графоаналитический (прил.6).

3.5. Обоснование рекомендаций по защите шахт и разрезов от воды

3.5.1. По материалам гидрогеологических работ должны быть даны обоснованные рекомендации, направленные на исключение или снижение неблагоприятного влияния атмосферных, поверхностных и подземных вод на строительство шахты (разреза) и разработку месторождения. Рекомендации должны учитывать метеорологические, гидрогеологические, инженерно-геологические, гидрологические и горно-технические условия освоения месторождения, а также необходимость наиболее эффективной и экономичной защиты горных выработок от воды.

3.5.2. При вскрытии месторождения шахтными стволами специальные методы их проходки (замораживание, цементацию, силикатизацию, предварительное осушение и т.п.) следует рекомендовать при пересечении неустойчивых и слабоустойчивых обводненных пород, а также устойчивых водоносных пород, способных давать водопритоки, превышающие 8 м^3/ч /51, 54/.

3.5.3. Подземный способ водопонижения (осушения), основанный на использовании дренажных шахт, штреков, штолен в сочетании с восстающими скважинами, щелевыми фильтрами, водопонижающими колодцами, целесообразно рекомендовать при осушении нескольких разобщенных слабопроницаемых (коэффициент фильтрации менее 3 м/сут) водоносных горизонтов и при необходимости снижения больших напоров.

3.5.4. Поверхностный способ осушения полей шахт и разрезов водопонижающими скважинами следует рекомендовать при коэффициенте фильтрации водоносных горизонтов более 3м/сут.

3.5.5. Комбинированный способ осушения (подземный и по-

верхностный) рекомендуется в случаях, когда использование только одного из способов не может дать требуемого эффекта или неэкономично.

3.5.6. Открытый водоотлив может быть рекомендован для месторождений (участков), на которых водосодержащие и угленмещающие породы достаточно устойчивы, а поступающая в шахту или разрез вода не окажет существенного влияния на процесс угледобычи.

3.5.7. Противофильтрационные (барражные) завесы могут быть рекомендованы, когда высоководообильный водоносный горизонт подстилается слабопроницаемыми породами на глубине, технически достижимой для сооружения завес, когда необходимо уменьшить фильтрацию воды из водотоков и водоемов, когда необходимо сохранить естественный режим подземных вод. Противофильтрационные завесы особенно эффективны для защиты открытых горных выработок /1, 12/.

3.5.8. Горизонтальные дренажные скважины рекомендуются как основной или вспомогательный способ осушения для дренажа маломощных водоносных горизонтов, для интенсификации работы подземной дренажной системы, для снижения гидростатического давления с целью повышения устойчивости бортов разреза.

3.5.9. Для перехвата ливневых и талых вод, стекающих в разрез с водосборной площади, необходимо рекомендовать строительство нагорных канав.

3.5.10. При необходимости отвода рек следует привести сведения о среднегодовых, максимальных и минимальных расходах и уровнях, скорость движения воды и др., а также рекомендовать трассу отвода реки.

Озера, пруды и другие водоемы, подлежащие удалению, следует охарактеризовать данными о качестве и объеме содержащейся в них воды, источниках их восполнения и месте сброса.

4. ИЗУЧЕНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПО ДАННЫМ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

4.1. Общие положения

4.1.1. Гидрогеологические исследования на всех стадиях ге-

ологоразведочного процесса следует выполнять в соответствии с природоохранными положениями Конституции СССР (ст.18,67) "Основ законодательства Союза ССР и союзных республик о недрах" (ст.14, 16, 22, 23 и др.) (1975), "Основ водного законодательства Союза ССР и союзных республик" (1970) и других нормативных документов, предусматривающих осуществление комплекса мер по предупреждению или уменьшению отрицательного воздействия на природную среду (водные ресурсы, сельскохозяйственные угодья, леса и др.). Они должны обеспечить получение надежной информации для прогнозной оценки влияния горных работ на эту среду.

4.1.2. Технология и организация гидрогеологических исследований должны предусматривать предупреждение, исключение или уменьшение всех видов вредного воздействия полевых геологоразведочных работ на окружающую среду. С этой целью необходимо обеспечивать высокое качество ликвидационного тампонажа, предусматривать рациональные конструкции скважин, отвод высокоминерализованных вод при откачках и выпусках, рекультивацию земель после завершения работ и т.д.

4.2. Исследование влияния будущих горно-эксплуатационных работ на окружающую среду. Отведение и использование шахтных (карьерных) вод

4.2.1. При проектировании гидрогеологических исследований необходимо предусматривать работы, связанные с изучением и прогнозированием влияния будущих горных работ на естественный режим подземных вод (снижение уровней дренируемых водоносных горизонтов, изменение условий питания, стока и разгрузки подземных вод и изменение их химического состава), действующие и проектируемые водозаборы (истощение запасов и загрязнение подземных вод), поверхностные водные объекты (изменение расхода рек и уровней водоемов за счет уменьшения подземного питания, изменение качества вод), участки возможного затопления, заболачивания, подтопления в результате оседания поверхности /45/, подпруживания подземных и поверхностных вод и др.

В отдельных случаях может возникнуть необходимость (в процессе детальной разведки или при проектировании угледобывающего предприятия) в проведении опытно-миграционных иссл -

дов чий. Эти работы должны обосновываться специальными проектами.

4.2.2. Изучение изменений режима подземных вод под влиянием разработки месторождений необходимо производить в процессе разведки, строительства и эксплуатации угледобывающего предприятия.

4.2.3. Изучение влияния горных работ на действующие и проектируемые водозаборы должно быть начато на стадии предварительной разведки. Содержание и объем работ зависят от геологоструктурного положения шахтного (карьерного) поля и участка водозабора, фильтрационных свойств пород, отделяющих горные выработки от водоносного горизонта, эксплуатируемого водозабором, расстояния между ними и значимости водозабора. При изучении возможного влияния горных работ на водозаборы Ш категории /20/ обычно достаточно информации, которая накапливается при разведке угольного месторождения и участка водозабора (иногда требуется проведение режимных наблюдений). При исследовании влияния шахты (разреза) на водозаборы I и П категорий, имеющиеся сведения необходимо дополнить результатами бурения и опробования гидрогеологических скважин специального створа, задаваемого от границ месторождения до водозабора. Часть этих скважин после опробования включается в режимную сеть.

4.2.4. Изучение влияния горных работ на поверхностные воды (реки, озера, пруды и др.) аналогично рекомендованному при разведке месторождений подтипов 1.2, 2.2 и 3.2 (см. гл.2).

4.2.5. В зависимости от прогнозируемых величин общей минерализации, химического состава и загрязненности шахтных (карьерных) вод будущего горнодобывающего предприятия на стадии предварительной разведки необходимо дать ориентировочные, а на детальной – более обоснованные рекомендации по их отведению и использованию. В основу этих рекомендаций должны быть положены прогнозы состава и свойств шахтных (карьерных) вод, а также результаты определений в воде действующих шахт (разрезов)-аналогов биохимической и химической потребности в кислороде (БПК и ХПК), содержания нефтепродуктов, поверхностно активных веществ (ПАВ), органических веществ, взвешенного материала /6, 10, 17, 44, 46, 53). Воды шахт и разрезов после очистки подлежат использованию или от-

ведению, а отходы очистки – утилизации и отведению; в исключительных случаях и при соблюдении специальных требований – захоронению /42, 44, 46/.

Возможность использования вод для хозяйственно-питьевых целей оценивается в соответствии с требованиями ГОСТа 2874-82(Вода питьевая.Гигиенические требования, контроль за качеством), а для рыбо-хозяйственных целей – согласно "Правил..." /4 , прил.3/.

Для орошения пригодны подземные и шахтные (карьерные) воды с минерализацией менее 1 г/л. При более высокой минерализации (1 – 5 г/л и более) использование вод для этих целей зависит от состава растворенных в них солей, климатических, почвенных условий и устанавливается специальными исследованиями /22/.

Использование вод для технических целей определяется их назначением и регламентируется соответствующими нормативами или водопотребителем.

Для бальнеологических целей подземные и шахтные (карьерные) воды могут быть использованы в случае их соответствия требованиям ГОСТа 13273-73 (Воды минеральные питьевые, лечебные и лечебно-столовые) и положительных заключений институтов курортологии и физиотерапии системы Минздрава СССР.

В качестве промышленных вод могут рассматриваться при содержании более (в мг/л): йода – 18, брома – 200, окиси бора – 250, стронция – 500, лития – 10, рубидия – 5, цезия – 1, радия – 10^{-5}. При одновременном извлечении нескольких компонентов указанные концентрации могут быть уменьшены /56/.

После завершения детальной разведки должны быть даны рекомендации по направлению дальнейших специальных исследований подземных и шахтных (карьерных) вод для решения вопросов их использования, выделены наиболее перспективные площади и оценены прогнозные ресурсы или эксплуатационные запасы в низких категориях (C_2 и C_1). Для вод, используемых в качестве промышленных, в весовом выражении подсчитываются запасы полезного компонента.

4.2.6. Оценка качества шахтных (карьерных) вод, рекомендуемых к отведению в водоемы, водотоки, искусственные пруды-накопители, пониженные участки рельефа, в прибрежную часть морей дается с учетом соответствующих требований и нормативов – /42, 44, 46/.

Исходя из конкретных геолого-экономических условий, необходимость опреснения возникает при минерализации вод более 1,5-2,0 г/л, а необходимость удаления токсичных компонентов определяется нормативами /44, 46/.

4.2.7. Для подземного захоронения следует напра пять шахтные (карьерные) воды или отходы их очистки, не подлежащие деминерализации, обезвреживанию (в том числе по экономическим соображениям) и непригодные для извлечения полезных компонентов.

Поиски и предварительная разведка полигона захоронения вод должны быть закончены к моменту завершения детальной разведки месторождения (участка). Материалы по ним представляются на утверждение ГКЗ СССР одновременно с ТЭО кондиций (прил.8).

Согласование рекомендаций по отведению (в т.ч. захоронению) и использованию шахтных вод в качестве специального водопользования регулируется ст.15, 23, 31 Основ водного законодательства СССР и союзных республик и Положением об охране подземных вод /42/.

4.3. Прогнозирование изменений гидрогеологических и гидрологических условий под влиянием горно-эксплуатационных работ

4.3.1. Прогнозирование изменений гидрогеологических и гидрологических условий под влиянием горных работ необходимо для обоснования рациональных способов разработки месторождения, предупреждающих или снижающих ущерб окружающей среде. Прогнозированию подлежат:

- изменение уровней, напоров и химического состава подземных вод;
- разме́ры и фо ма депрессионной воронки на разные периоды разработки;
- изменения расхода водотоков и уровня воды в водоемах в результате их подработки и дренирующего влияния горных выработок;
- физические свойства, химический состав и бактериологическое состояние поверхностных вод вследствие сброса в них шахтных (карьерных) вод.

4.3.2. На стадии предварительной разведки в освоенных районах прогнозирование рекомендуется выполнять методами анало-

гии и вероятностными. Широко могут применяться вероятностно-статистические модели, основанные на закономерностях, выявленных при проведении опытно-фильтрационных и горно-эксплуатационных работ. В новых районах рекомендуется использовать аналитические методы решения прогнозных задач и моделирование.

4.3.3. На стадии детальной разведки прогнозирование следует выполнять методами аналогии, вероятностным, аналитическим и моделирования (с обязательным применением одновременно двух-трех методов). Для этих целей необходимо использовать результаты опытно-фильтрационных работ, режимных наблюдений, обследования действующих шахт (разрезов).

При строительстве и эксплуатации шахты (разреза) в случае необходимости прогноз корректируется.

4.4. Рекомендации по охране природы

4.4.1. Рекомендации, направленные на предупреждение, уменьшение или исключение отрицательного воздействия горных работ на окружающую среду, должны предусматривать:

– снижение водопритоков в горные выработки путем применения рациональных способов разработки (вскрытие месторождения, технология очистных работ, осуществление мероприятий по защите горных выработок от воды);

– рациональные способы водопонижения, ведущие к минимальным нарушениям естественного режима поверхностных и подземных вод;

– эффективное использование дренажных, шахтных (карьерных) вод в народном хозяйстве;

– рациональные способы сброса, очистки шахтных (карьерных) вод, а при необходимости – и возможность захоронения этих вод или их остатков после очистки.

4.4.2. Эффективными мероприятиями по охране окружающей среды являются снижение водопритока в шахту (разрез) и предупреждение (или уменьшение) деформаций породного массива и земной поверхности.

В связи с этим по результатам гидрогеологических исследований могут быть рекомендованы рациональная последовательность отработки шахтного (карьерного) поля, закладка выработанного пространства, создание противофильтрационных завес и

водонепроницаемых экранов, рациональное сочетание дренажных и очистных выработок и др.

4.4.3. На участках с хорошей защищенностью грунтовых вод может быть рекомендовано сооружение прудов-накопителей для последующего регулируемого сброса шахтных (карьерных) вод в поверхностные водоемы и водотоки с учетом гидрохимического и стокового режима последних. При отсутствии таких участков должно предусматриваться устройство гидроизоляции. В случае необходимости следует проводить специальные исследования.

4.4.4. Устройство породных отвалов следует рекомендовать на площадях, где отсутствует активный поверхностный сток, устойчивы склоны, имеется естественная защита грунтовых вод от загрязнения.

4.4.5. Полигоны для захоронения шахтных (карьерных) вод могут быть рекомендованы только по результатам специальных разведочных работ (см.прил.8).

5. СОДЕРЖАНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ОТЧЕТА

5.1. Общие положения

5.1.1. Характеристика гидрогеологических условий является обязательной частью отчета о поисках, предварительной и детальной разведках, а также о доразведке месторождения. Результаты гидрогеологических исследований, выполненных в процессе эксплуатационной разведки, при изучении условий проходки шахтных стволов и разрезных траншей, представляются в виде заключения.

5.1.2. Сведения о климате, орогидрографии и метеорологических условиях приводятся в объеме, позволяющем правильно понять (соответственно стадии работ) влияние этих факторов на гидрогеологические условия месторождения (участка). В отчете о результатах поисков эти данные излагают в главе "Краткий физико-географический очерк", в отчете о предварительной, детальной разведке и доразведке месторождения – в главе "Общие сведения о месторождении".

В заключениях (о результатах эксплуатационной разведки, бурения контрольных скважин под шахтные стволы или разрезные

траншей) сведения о физико-географических условиях, как пра ило, не приводятся.

5.2. Отчет о поисковых работах

5.2.1. Гидрогеологические условия площади поисков освещаются в главе "Краткий геологический очерк" преимущественно по литературным и фондовым материалам с привлечением данных, полученных в процессе бурения поисковых скважин опытно-фильтрационных работ, гидрогеологического обследования территории и анализов проб воды.

В этой главе необходимо в общем виде охарактеризовать водоносные горизонты и комплексы, развитые в районе, их стратиграфическую и литологическую принадлежность, условия питания и разгрузки, фильтрационные свойства, химический состав подземных и поверхностных вод. Следует также отразить гидрогеологические факторы, осложняющие будущие разведку и освоение месторождения (повышенная минерализация подземных вод, заболоченность, наличие водотоков или водоемов, многолетнемерзлых пород и др.), изучению которых следует уделить внимание при последующих работах.

5.2.2. Табличные приложения должны состоять из результатов пробных откачек и выпусков, химических анализов проб воды.

5.2.3. Графические материалы должны включать выкопировку из гидрогеологической карты района поисковых работ масштаба 1:50000 – 1:100000 и гидрогеологические профили, на которых требуется показывать типы подземных вод, их уровни, границы мерзлых пород и таликов.

5.2.4. Материалы отчета должны быть достаточными для составления технико-экономических соображений (ТЭС).

5.3. Отчет о предварительной разведке

5.3.1. По материалам предварительной разведки оставляется глава "Гидрогеологические условия", содержание и последовательность изложения которой должны в основном отвечать требованиям разделов 3–7 Инструкции ГКЗ СССР /15/ и раздела 5.4 настоящей инструкции.

5.3.2. На данной стадии разведки в главе не приводятся сведения о технических средствах проведения работ, окончательные выводы о месте сброса или захоронения шахтных вод, про-

ноз водопритоков в очистные выработки и из зон разрывных нарушений, карста, горелых пород и др. Количественные характеристики гидрогеологических условий (величины общих водопритоков в шахтные стволы и разрезные траншеи и др.), приводимые в главе, являются сугубо ориентировочными.

Завершается глава краткими выводами и рекомендациями по направлению гидрогеологических исследований на стадии детальной разведки.

5.4. Отчет о детальной разведке

5.4.1. Результаты гидрогеологических исследований излагаются в главе "Гидрогеологические условия", а при большом объеме работ – в отдельном томе. Содержание их должно соответствовать нижеследующим требованиям Инструкции ГКЗ СССР /15/ (приводятся с незначительными дополнениями).

5.4.2. Краткие сведения по истории гидрогеологического изучения месторождения (участка). Содержание, объем и методика гидрогеологических и гидрологических исследований. Технические средства производства работ, оборудование гидрогеологических скважин и средства откачек. Обоснование количества и размещения гидрогеологических скважин, видов и объемов проведенных ими исследований. Виды и объемы опытно-фильтрационных и гидрогеофизических работ, наблюдения за режимом подземных и поверхностных вод изучение качества вод и другие исследования. Оценка полноты и качества проведенных работ. Краткие выводы по результатам специальных исследований, выполненных сторонними организациями, степень использования этих исследований при характеристике гидрогеологических условий месторождения (участка).

5.4.3. Общая характеристика гидрологических условий района и месторождения (участка). Характеристика имеющихся вблизи месторождения или на его площади болот, поверхностных водотоков и водоемов, полей орошения, водозаборов, положение уровней поверхностных вод относительно будущих выработок, площади, заливаемые в паводки.

5.4.4. Характеристика водоносных горизонтов, их мощность, литологический состав, распространение и фациальная изменчивость, трещиноватость, закарстованность, фильтрационные и емкостные свойства пород, поглощения промывочной жидкости при бурении, выход керна, изменения этих параметров и свойств водоносных

пород в плане и в разрезе; характеристика наиболее обводненных участков и зон (карстования, горелых пород, зон дробления, флексур и т.д.); положение уровней и напоров воды над кровлей горизонтов и относительно полезного ископаемого, характер пьезометрической (уровенной) поверхности подземных вод; источники и условия питания водоносных горизонтов. Взаимосвязь водоносных горизонтов или водоносных зон между собой и с поверхностными водами; положение и мощность разделяющих водоупорных и слабопроницаемых пластов, их выдержанность по площади и в разрезе; условия фильтрации поверхностных вод в горные выработки. Режим подземных и поверхностных вод по сезонам года и в многолетнем разрезе, амплитуды колебаний уровней, температур, дебитов источников и самоизливающих воду скважин, зависимость их от естественных и искусственных факторов.

Более подробная характеристика дается водоносным горизонтам и зонам, воды которых будут существенно влиять на величину водопритока, качество шахтных (карьерных) вод или могут быть рекомендованы для использования.

5.4.5. Оценка степени участия отдельных водоносных горизонтов и поверхностных вод в обводнении горных выработок. Методика расчета возможных водопритоков в горные выработки, обоснование расчетной фильтрационной схемы и величин параметров; при решении этих задач методом моделирования — обоснование расчетных значений исходных данных. Для условий подземной разработки расчет общих, максимальных средних водопритоков, ко времени ввода шахты в эксплуатацию, водопритоков по выработкам отдельных пластов угля (при пологом и наклонном залегании), по горизонтам глубин разработки, крыльям шахты, ориентировочные водопритоки в шахтные стволы из вскрываемых водоносных горизонтов.

Для условий открытой разработки расчет величины водопритока на 100 м протяженности траншеи (ориентировочный приток) и разреза, водоприток по площади разреза, ко времени ввода его в действие, при достижении им проектной производительности и максимальной глубины разработки. Водопритоки следует прогнозировать отдельно из пород вскрыши, межугольных, подугольных отложений, поверхностных водоемов и водотоков, а в области развития многолетней мерзлоты (месторождения типа 4) — отдельно притоки надмерзлотных, межмерзлотных и подмерзлотных вод.

При расчете водопритоков в разрезы необходимо учитывать поступление талых и ливневых вод. Катастрофические водопритоки, вызванные ливнями, и их повторяемость должны быть обоснованы результатами многолетних наблюдений за атмосферными осадками.

5.4.6. Оценке условий обводнения при дальнейшем развитии горных работ, особенно для участков, которые находятся в гидрогеологических условиях, отличных от тех, для которых ранее выполнен расчет (при подвижении выработок к реке, к тектоническим зонам, таликам и т.д.). Оценка возможности внезапных увеличенных водопритоков из старых затопленных выработок, зон тектонических нарушений, карста, горелых пород, водотоков, водоемов и т.д. Прогноз возможных величин этих водопритоков и изменения их во времени.

5.4.7. Рекомендации по применению способов борьбы с подземными водами (спецметоды проходки стволов шахт и разрезных траншей, предварительное водопонижение, отвод поверхностных вод и др.).

5.4.8. При наличии в районе месторождения действующих шахт или разрезов с аналогичными гидрогеологическими условиями – фактические данные об обводненности подготовительных и очистных выработок (величины водопритоков и их режим, характер поступления воды – нормальный и при вскрытии интенсивно обводненных зон тектонических нарушений, карста, горелых пород и т.п.). Результаты сравнения фактических водопритоков с прогнозировавшимися (общих, по крыльям, горизонтам, пластам, из обводненных зон и т.д.) и причины расхождений. Гидрогеологические явления, затрудняющие ведение горных работ, характер и причины резкого повышения водопритоков.

5.4.9. Физические свойства, химический состав, бактериологическое состояние поверхностных, подземных и шахтных (карьерных) вод действующих угледобывающих предприятий, насыщенность их газами, агрессивность по отношению к бетону и металлическим конструкциям, содержание полезных компонентов. Возможность использования этих вод для орошения, хозяйственно-питьевых, технических и лечебных целей, извлечение ценных компонентов и т.д. Рекомендации по направлению дальнейшего изучения этих вод, наиболее перспективные водоносные горизонты и площади, эксплуатационные запасы вод и запасы содержащихся в них полезных компонентов (прогнозные категорий C_2, C_1).

Прогноз состава и свойств шахтных (карьерных) вод, содержания в них вредных веществ (токсичных элементов, тяжелых металлов, механических примесей и др.). Возможность использования этих вод в народном хозяйстве, необходимость и способы их очистки. Оценка возможности истощения и загрязнения подземных и поверхностных вод, нарушения экологического равновесия и других природных условий под воздействием будущих горно-эксплуатационных работ; рекомендуемые меры охраны природной среды. Результаты согласования с заинтересованными организациями возможности сброса шахтных (карьерных) вод в поверхностные водоемы и водотоки. В случае необходимости захоронения шахтных (карьерных) вод или их остатков после очистки в глубоко залегающие породы-коллекторы следует привести соответствующее обоснование и основные данные, характеризующие полигон для захоронения (состояние разведанности, удаленность, мощность и глубина залегания коллектора, его фильтрационные параметры, приемистость, требуемое количество поглощающих скважин и др.).

5.4.10. Рекомендуемые источники хозяйственно-питьевого, технического водоснабжения будущего горнодобывающего предприятия (и его поселка) и их краткая характеристика с указанием ориентировочных запасов.

5.4.11. В конце главы (отчета) необходимо помещать выводы с указанием гидрогеологических особенностей месторождения (участка), возможных осложнений при его освоении и других важных сведений.

5.4.12. В текстовых приложениях приводятся справки о согласовании с соответствующими организациями возможности сброса в поверхностные водоемы, водотоки и глубоко залегающие породы-коллекторы вод, откачиваемых из шахт и разрезов (или их остатков после очистки).

5.4.13. В табличных приложениях должны быть приведены сведения о гидрогеологических скважинах и ходе опытных откачек, результатах режимных наблюдений (за уровнем воды в скважинах, расходом источников и фонтанирующих скважин, притоком воды в действующие шахты и разрезы, уровнем и расходом рек), химических, бактериологических и других анализов проб воды, исследований водно-физических свойств образцов и монолитов пород, расчетов коэффициентов фильтрации, водопрово-

дистости, уровне- и пьезопроводности, прогнозных водопритоков в горные выработки и др.

5.4.14. Графические материалы включают гидрогеологическую карту района исследований в масштабе 1:50000 – 1:200000 с гидрогеологическими разрезами, проходящими через месторождение; гидрогеологическую карту месторождения (участка) в масштабе 1:5000 – 1:25000 с гидрогеологическими скважинами, гидрометрическими створами на реках, границами распространения многолетнемерзлых пород и другими данными; прогнозные карты обводненности горных выработок в масштабе 1:2000 – 1:10000, гидрогеологические разрезы, с нанесением основных результатов опытно-фильтрационных работ, границ многолетнемерзлых пород, таликов; сводные данные (листы) опытных одиночных и кустовых откачек со схемами расположения скважин в кусте, геолого-техническими и гидрогеологическими разрезами по скважинам и лучам наблюдательных скважин, графиками откачек и восстановления уровня воды после откачки, графиками временного, площадного или комбинированного прослеживания по данным понижений и восстановления уровней, таблицами основных результатов откачек; графики притоков воды в действующие шахты (разрезы) с аналогичными гидрогеологическими условиями; графики режимных наблюдений; планы и гидрогеологические разрезы через долины рек или водоемы с данными гидрогеологических работ, касающихся изучения гидравлической связи поверхностных вод и вод аллювия с водоносными горизонтами угленосной толщи; графики резистивиметрии, расходометрии, пластоиспытаний и др.

5.4.15. В отчете о детальной разведке необходимо привести важные для оценки гидрогеологических условий физико-географические сведения.

Описание климата должно содержать (помимо данных общего характера) результаты режимных наблюдений по 2–3 ближайшим метеостанциям о среднемесячной, среднегодовой, максимальной и минимальной сумме осадков за многолетний период, максимальной суточной сумме осадков, интенсивности ливней и их повторяемости, о высоте снежного покрова, интенсивности снеготаяния и запасах воды в снеге.

Орогидрография района должна характеризоваться с позиций оценки условий поверхностного стока (крутизна склонов, растительный покров, наличие долин, распадков, отметки поверхности

и др.) . При описании рек и ручьев следует указывать средне-годовые, максимальные и минимальные расходы, уровни воды за многолетний период, затопляемые площади в период паводков, возможность и периодичность полного промерзания, химический состав воды. Озера и водохранилища должны быть охарактеризованы данными об объеме содержащейся в них воды, условиях его восполнения, уровнях воды и их изменениях в течение года и многолетнего периода, химическом составе воды. Необходимо привести сведения о коэффициентах и модулях поверхностного и подземного стоков.

Мерзлотные условия должны быть охарактеризованы с детальностью, позволяющей правильно оценить роль многолетнемерзлых пород и таликов в формировании водопритоков в горные выработки и осложнении производства горно-эксплуатационных работ. Для этого следует привести сведения о контуре распространения, мощности и температурном режиме мерзлых пород, таликов, о мощности сезонномерзлого слоя и др.

5.5. Отчет о доразведке месторождения

5.5.1. Если при доразведке месторождения не предусматривается переутверждение запасов угля ГКЗ СССР (ТКЗ), перечень вопросов и последовательность изложения материалов в тексте главы (отчета), а также состав текстовых, табличных и графических приложений должны соответствовать требованиям разд. 5.4 данной инструкции.

5.5.2. Если доразведкой не предусматривается переутверждение запасов угля, содержание отчетных материалов определяется разведочной организацией по согласованию с проектным институтом и угледобывающим объединением.

5.6. Заключение о результатах эксплуатационной разведки

5.6.1. Итоги выполненных на этой стадии гидрогеологических работ оформляется в виде заключения, в котором необходимо описать виды, объемы работ, методику их проведения, полученные результаты, уточненные гидрогеологические условия участка и в случае необходимости дать прогноз водопритоков.

Заключение иллюстрируется выкопировками с планов горных работ, гидрогеологическими разрезами и схемами.

5.7. Заключение о результатах бурения и опробования контрольных скважин под стволы шахт и разрезные траншеи

5.7.1. В заключении необходимо охарактеризовать: виды, объемы и методику выполненных работ, геологический разрез по контрольным скважинам с подробным описанием всех литологических разностей, подлежащих пересечению стволом шахты или разрезной траншеей (в том числе в полосе разноса бортов), дать характеристику их пористости, трещиноватости, закарстованности, с выделением в разрезе и описанием зоны выветрелых пород. По данным контрольного бурения под разрезную траншею необходимо привести сведения о водоотдаче пород, пределах пластичности, углах внутреннего трения и сцепления, углах откоса пород в сухом и увлажненном состоянии.

Необходимо описать водоносные горизонты, их связь между собой и с поверхностными водами, дать прогноз водопритоков в ствол шахты из каждого водоносного горизонта, а в разрезную траншею – при вскрытии подземных вод и на время сдачи разреза в эксплуатацию; дать рекомендации о рациональных способах проходки шахтными стволами высокообводненных или слабоустойчивых (плывунных) пород с применением специальных методов защиты разрезных траншей от воды.

В районах развития многолетнемерзлых пород по каждой контрольной скважине необходимо установить верхнюю и нижнюю границы мерзлых пород и привести данные о характере нарастания и спада отрицательных температур.

5.7.2. В текстовых приложениях приводятся журналы опытных откачек, результаты химических анализов воды и определений водно-физических и физико-механических свойств пород, акты на заложение и закрытие скважин.

5.7.3. Графические материалы включают выкопировку с геологической карты месторождения масштаба 1:2000 – 1:1000 с нанесением стволов шахты или разрезной траншеи и контрольных скважин, гидрогеологические разрезы по контрольным скважинам, вдоль оси разрезной траншеи и по поперечным профилям, графики опытных откачек, графики гидрогеофизических исследований.

Приложение 1

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЩИХ ПРИТОКОВ ВОДЫ В ШАХТЫ И РАЗРЕЗЫ

1. Аналитические методы

Расчет величины общего водопритока по методу "большого колодца" на основе гидрогеологических параметров, рассчитанных по результатам откачек, производится в следующей последовательности.

1.1. Определяется приведенный радиус шахты или разреза ("большого колодца"):

при неправильной, но близкой к круговой форме системы горных выработок он определяется по формуле /56/:

$$r_o = \sqrt{\frac{F}{\pi}} = 0{,}565\sqrt{F};$$

если система выработок имеет контур, близкий к вытянутому прямоугольнику, –

$$r_o = \zeta \frac{L+B}{4}$$

где r_o – приведенный радиус "большого колодца", м; F – площадь системы выработок, м2; L – протяженность выработок,м; B – ширина контура выработок, м; ζ – коэффициент, зависящий от отношения $\frac{B}{L}$, находится по табл. 1.1.

Таблица 1.1

Зависимость величины ζ от отношения $\frac{B}{L}$

$\frac{B}{L}$	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6 и более
ζ	1,05	1,08	1,12	1,144	1,16	1,174	1,18

При неправильных контурах горных выработок и $\frac{L}{B} > 3$

$$r_o = \frac{P}{2\pi},$$

где P – периметр площади выработок, м;

если $\frac{L}{B} \gg 10$, то $r_o = 0{,}25L$

При очень сложных контурах

$$\lg r_0 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \lg l_i ,$$

где l_i – расстояние от расчетной точки (центр системы выработок) до характерных точек на периметре "большого колодца" (угловые или средние точки), м; n – число характерных точек.

При определении приведенного радиуса принимается, что шахта (разрез) имеет постоянные размеры, соответствующие периоду развития горных работ, для которого рассчитывается водоприток.

1.2. Природные условия разведанного участка приводятся к одной из перечисленных с х е м (см.таблицу 1.2) и общий водоприток в систему горных выработок рассчитывается по соответствующей формуле.

В условиях неограниченного пласта общий водоприток из безнапорного горизонта при полном его осушении определяется по уравнению:

$$Q = \frac{2{,}73\,kh}{\lg \frac{2{,}25\,a_y t}{r_0^2}}, \qquad (1.1)$$

если осушение водоносного пласта в выработке не полное –

$$Q = \frac{2{,}73\,kS_0\,(2h - S_0)}{\lg \frac{2{,}25\,a_y t}{r_0^2}}, \qquad (1.2)$$

из напорного водоносного горизонта в совершенную систему выработок:

$$Q = \frac{5{,}46\,km\,S_0}{\lg \frac{2{,}25\,a_n t}{r_0^2}}, \qquad (1.3)$$

где Q – прогнозный общий водоприток в систему горных выработок, м3/сут; k – коэффициент фильтрации, м/сут; h – мощность безнапорного водоносного горизонта, м; m – мощность напорного водоносного горизонта, м; a_y – коэффициент уравнепроводности, м2/сут; a_n – коэффициент пьезопроводности, м2/сут; S_0 – понижение уровня воды, м; t – время осушения, сут.

Водоприток из безнапорного однородного по проницаемости неограниченного водоносного горизонта в совершенный чевытянутый разрез ($\frac{L}{B} \leqslant 10$) приближенно определяется по формулам:

$$Q = \frac{1{,}366\, k(h^2 - h_0^2)}{\lg R_0 - \lg r_0}, \qquad (1.4)$$

при $h_0 = 0$

$$Q = \frac{1{,}366\, kh^2}{\lg R_0 - \lg r_0}, \qquad (1.5)$$

где h_0 – остаточная мощность водоносного горизонта (высота высачивания), м; R_0 – приведенный радиус воронки осушения (от центра разреза), м, определяется опытным путем либо по формулам $R_0 = 2S_0\sqrt{hk}$, $R_0 = r_0 + 1{,}5\sqrt{at}$ (при неустановившемся движении).

Из однородного напорного водоносного горизонта:

$$Q = \frac{1{,}366\, km\,(2h' - m)}{\lg R_0 - \lg r_0}, \qquad (1.6)$$

где h' – напор от подошвы водоносного горизонта, м.

Приток в совершенный разрез из безнапорного неоднородного (слоистого) водоносного горизонта:

$$Q = \frac{2{,}73 \sum_i^n k_i m_i (h - z_i)}{\lg R_0 - \lg r_0}, \qquad (1.7)$$

где $\sum_i^n k_i m_i (h - z_i) = k_1 m_1 (h - z_1) + k_2 m_2 (h - z_2) + \ldots + k_n m_n (h - z_n)$,

k_i – коэффициент фильтрации i-го слоя, м/сут;

z_i – расстояние от середины i-го слоя до горизонтального водоупора, м; m_i – мощность i-го слоя, м; h – общая мощность слоистого водоносного горизонта, м; n – число водоносных слоев.

При пересечении водонепроницаемых пород и вскрытии напорного водоносного горизонта на всю мощность:

$$Q = \frac{2{,}73\,km\,S_0}{\lg R_0 - \lg r_0}, \qquad (1.8)$$

Приток воды из безнапорного аллювиального водоносного горизонта в разрез, расположенный вблизи реки (при $l < 0{,}5R_0$):

$$Q = \frac{1{,}366\,kh^2}{\lg 2l - \lg r_0}, \qquad (1{,}9)$$

где l – расстояние до реки, м.

Водоприток из безнапорного неограниченного водоносного горизонта в совершенный вытянутый разрез ($\frac{L}{B} > 20$):

$$Q = \frac{2kL\,S_0(h - S_0)}{R_0} + \frac{1{,}366\,kS_0(2h - S_0)}{\lg R - \lg \frac{B}{2}}, \qquad (1.10)$$

где R – радиус влияния разреза, считая от его борта, м; то же в несовершенный разрез при

$$\frac{(h-d)}{B} > 5:$$

$$Q = \frac{kLd\,(2h - d)}{2R_0 + 0{,}733\lg\frac{h-d}{B} + 0{,}777}, \qquad (1.11)$$

где d – величина углубки разреза в безнапорный водоносный горизонт, м.

Водоприток в разрез из безнапорного водоносного горизонта с учетом подвигания фронта горных работ:

$$Q = \pi k h^2 \left(\frac{L+B}{R_o} + \frac{ct}{R_o} + \frac{1,366}{\ell g R_o} \right) , \qquad (1.12)$$

где С – годовое подвигание фронта горных работ, м.

Общий приток в разрез за счет естественных запасов и естественных ресурсов безнапорных и напорных водоносных горизонтов может быть приближенно определен по формуле:

$$Q = \pi k \left[\frac{\alpha \mu (R_o^2 + 2R_o z_o + 3z_o^2)}{6t} + R_o k J \right] \qquad (1\ 13)$$

где α – коэффициент, учитывающий гидравлический режим; для безнапорного водоносного горизонта $\alpha = 1$, для напорного – $\alpha = 0,5$; J – средний уклон радиального потока, равный $\frac{H}{R}$; μ – коэффициент водоотдачи пород.

1.3. Величина перетекания воды ($Q_{пер.}$) в разрез из водоносных горизонтов, залегающих ниже разрабатываемого угольного пласта, через слабопроницаемые породы определяется по формуле:

$$Q_{пер.} = \frac{k_c}{m_c} \Delta h' F , \qquad (1.14)$$

где k_c – коэффициент фильтрации слабопроницаемых (разделяющих) пород, м/сут; m_c – мощность слоя слабопроницаемых пород, м; $\Delta h'$ – разность отметок напора воды и подошвы разреза, м; F – площадь разреза или его участка, на котором определяется переток, м2.

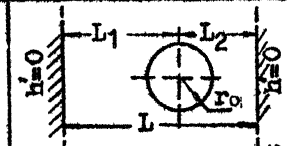
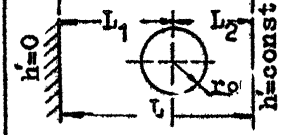
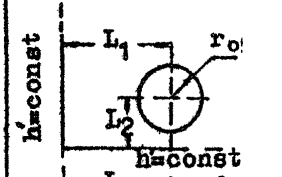
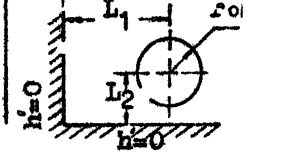
1.4. Для природных условий, соответствующих другим типовым схемам, расчет общих водопритоков в шахты и разрезы производится по формулам (1.15 – 1.24), приведенным в табл. 1.2.

Формулы Таблица 2

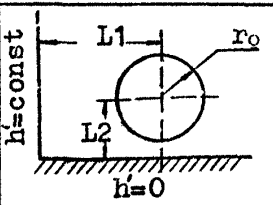
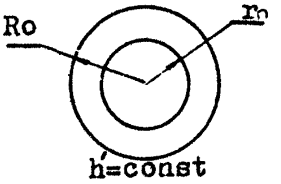
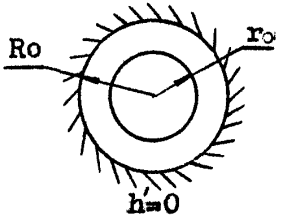
для расчета общих притоков воды в шахты из напорных водоносных горизонтов в типовых условиях

тип расчетной схемы	схема	формула
1	2	3
1. полуограниченный пласт а) с постоянным напором на контуре		$Q = \frac{2,73\ kms_o}{lq\ \frac{1,13at}{L_o r_o}}$ (1.15)
б) с непроницаемым контуром		$Q = \frac{2,73kms_o}{lq\ \frac{2L_o}{r_o}}$ (1.16)
2. пласт-полоса а) с постоянным напором на контурах		$Q = \frac{2,73kms_o}{lq\ \frac{0,64L \sin \frac{\pi L_1}{L}}{r_o}}$ (1.17)

Продолжение табл. 1.2

1	2	3
б) с непроницаемым контуром		$Q = \frac{5{,}46 k m s_0}{lq\left(\frac{T_1\sqrt{\pi t}}{L} + 4{,}6 lq \frac{0{,}16 L_1}{r_0 \sin \frac{\pi L_1}{L_2}}\right)}$ (1.18)
г) один контур с постоянным напором, другой-непроницаемый		$Q = \frac{2{,}73 k m s_0}{lq \frac{1{,}27 L \operatorname{ctg} \frac{\pi L_1}{2L}}{r_0}}$ (1.19)
3. пласт – угол. а) контур с постоянным напором		$Q = \frac{2{,}73 k m s_0}{lq \frac{P_1 P_2}{r_0 P_3}}$ (1.20)
б) с двумя непроницаемыми контурами		$Q = \frac{1{,}366 k m s_0}{l_4 \frac{2{,}25 a}{\sqrt{r_0 P_1 P_2 P_3}}}$ (1.21)

Продолжение табл. 1.2

1	2	3
в) один контур с постоянным напором, другой – непроницаемый		$Q = \frac{2{,}73\ kmso}{lq\ \frac{P_1 P_3}{r_0 P_2}}$ (1.22) где $P_1 = 2L_1$; $P_2 = 2L_2$; $P_3 = 2\sqrt{L_1^2 + L_2^2}$
4. <u>круговой пласт</u> а) с постоянным напором		$Q = \frac{2{,}73\ kmso}{lq\ \frac{R_0}{r_0}}$ (1.23)
б) с непроницаемым контуром		$Q = \frac{2\pi\ kmso}{2{,}3lq\ \frac{R_0}{r_0} + \frac{2at}{R_0^2} - 0{,}75}$ (1.24)

Эти формулы даны для определения водопритоков из напорных водоносных горизонтов. Водопритоки из безнапорных горизонтов можно рассчитать по этим же формулам со следующей заменой:

$$2mS_o = h^2 - h_o^2 , \qquad (1.25)$$

где h_o – величина остаточного столба воды в безнапорном горизонте, м.

При установившейся фильтрации расчет притоков воды в разрез в условиях напорно-безнапорного движения производится по формулам безнапорного движения путем перехода к расчетной глубине потока /8/:

$$h_p = \sqrt{2mh' - m^2}, \qquad (1.26)$$

где h_p – расчетная глубина потока, м; h' – первоначальный напор, м.

При неустановившемся напорно-безнапорном движении – по формулам для напорного движения при условии

$$0{,}3 < \frac{m}{h'-m}\sqrt{\frac{\mu}{\mu^*}} = A < 3 , \qquad (1.27)$$

где μ^* – коэффициент упругой водоотдачи; A – безразмерный показатель.

При $A > 3$ применяются формулы безнапорного движения. В случаях, отличных от рассмотренных, следует пользоваться более сложными аналитическими зависимостями /1, 2, 8, 26, 50/ или методом моделирования.

2. Метод гидрогеологических аналогий

Метод гидрогеологических аналогий позволяет рассчитать общий водоприток несколькими способами.

2.1. По коэффициенту водообильности гидрогеологического аналога, представляющему отношение количества воды, откачанной из шахты (разреза), к количеству добытого угля за этот же период (обычно за год). Прогнозный водоприток при известной проектной производительности будущей шахты (разреза) рассчитывается по формуле:

$$Q = K_в \cdot D \qquad (1.28,$$

где $K_в$ – коэффициент водообильности действующей шахты (разре-

за), м³/т; D – проектная производительность будущей шахты (разреза), тыс.т/год.

2.2. По удельному водопритоку на единицу длины (L) или площади (F) горных выработок:

$$Q = q_L \cdot L, \qquad (1.29)$$

$$Q = q_F \cdot F, \qquad (1.30)$$

где q_L и q_F – удельные водопритоки действующей шахты (разреза) соответственно на единицу длины или площади горных выработок.

Способы, описанные в п.2.1 и 2.2, могут быть использованы для ориентировочной оценки водопритоков на ранних стадиях изучения месторождения.

2.3. По величине понижения уровня воды прогнозный приток из безнапорных водоносных горизонтов определяется по формуле:

$$Q = Q_1 \frac{(2h - S_0)S_0}{(2h_1 - S_1)S_1}, \qquad (1.31)$$

из напорных горизонтов –

$$Q = Q_1 \frac{S_0}{S_1}, \qquad (1.32)$$

где Q, h, S_0 – соответственно водоприток, м3/ч, мощность водоносного горизонта, м, величина понижения уровня воды, м, в проектируемой шахте; Q_1, h_1, S_1, соответствующие данные по шахте-аналогу.

2.4. По величине коэффициента фильтрации (k), мощности (r или h) и напора (H) водоносного горизонта:
в безнапорных условиях –

$$Q = Q_1 \frac{kS_0 \cdot (2h - S_0)}{k_1 S_1 (2h_1 - S_1)}, \qquad (1.33)$$

в напорных –

$$Q = Q_1 \frac{kmh'}{k_1 m_1 h_1'}, \qquad (1.34)$$

где k, m, h' – данные по проектируемой шахте (разрезу);
k_1, m_1, h_1 – то же по действующей шахте (разрезу)

Эти способы применимы при небольших различиях производительности проектируемого и действующего угледобывающих предприятий в условиях неограниченных водоносных горизонтов, главным образом, на первых стадиях изучения месторождения. При

их использовании часто применяется прямая зависимость величин общих притоков от основных природных и технологических факторов. Однако по мере развития горно-эксплуатационных работ на глубину эта зависимость приближается к параболической. Поэтому в ряде угольных бассейнов (Донецком, Львовско-Волынском, Кузнецком) в эти формулы вводятся поправочные коэффициенты, установленные в результате статистической обработки фактических материалов горных работ.

2.5. Вероятностные методы. В результате статистической обработки фактических данных для отдельных районов Донецкого и других угольных бассейнов получены зависимости между величинами водопритоков и основными факторами, влияющими на него: глубиной (H), производительностью предприятия (D), протяженностью выработок по простиранию (L) и общей площадью (F).

Основные формулы имеют вид:

$$Q = aH^n D^m, \qquad (1.35)$$

$$Q = aH^n L^m, \qquad (1.36)$$

$$Q = aH^n F^m, \qquad (1.37)$$

где a – эмпирический параметр, совокупно учитывающий гидрогеологические условия, определяемый из этих же уровней по данным шахты-аналога; n и m – показатели степени, вычисленные в процессе статистической обработки по определенной выборке; H – глубина выработок будущей шахты, м; D – ее производительность, т/сут; L – протяженность выработок, тыс.м; F – площадь выработок, тыс.м2.

В ряде районов Донецкого и Печорского бассейнов успешно применяется формула:

$$Q = aH^{0,35} \cdot D^{0,70} \qquad (1.38)$$

Для расчета прогнозной величины водопритока в выработках нижних горизонтов шахт используются уравнения вида:

$$Q = a \frac{\Delta H}{H^{0,35}} F^{0,61}, \qquad (1.39)$$

где ΔH – расстояние по нормали между нижним и верхним горизонтами проектируемых выработок, м; H – глубина нижнего горизонта, м; F – площадь проектируемых горных выработок нижнего горизонта, тыс.м2.

Посл. д ее время применяют полученные на ЭВМ уравнения множественной линейной регрессии. Такие уравнения, выведенные для разрабатываемых месторождений определенного типа или участков с аналогичными гидрогеологическими условиями, учитывают оптимальный комплекс технологических и природных факторов, обусловливающих основную величину водопритоков. Они имеют вид:

$$Q = a + bD + cF + d\lg t + eh_q + \dots, \qquad (1.40)$$

где a, b, c, d, e – эмпирические коэффициенты, статистически ус.·новленные по шахтам-аналогам, вошедшим в общую выработку; t – время с начала работы шахты, сут; h_q – мощность зоны дренажа, м.

3. Балансовый метод

3.1. Прогнозный общий водоприток в горные выработки – м3/сут (исключая ливневые и талые воды) определяется по формуле:

$$Q = Q_{рес.} + Q_{зап.} + Q_{пр.}, \qquad (1.41)$$

где $Q_{рес.}$ – приток за счет естественных ресурсов, м3/сут; $Q_{зап.}$ – приток за счет естественных запасов, м3/сут; $Q_{пр.}$ – приток за счет привлекаемых запасов, м3/сут.

Величины, входящие в управление (1.41), определяются по формулам:

$$Q_{рес.} = 86{,}4\, M_o F_o \qquad (1.42)$$

или

$$Q_{рес.} = \frac{\delta O F_o}{365} \qquad (1.43)$$

где M_o – модуль подземного стока, л/с, с 1км2; F_o – площадь подземного водосбора в пределах депрессии, км2; δ – коэффициент подземного стока или коэффициент просачивания; O – количество атмосферных осадков, м вод.столба.

Притоки за счет инфильтрации поверхностных вод и перетекания из других водоносных горизонтов ($Q_{пр.}$) определяются по данным режимных наблюдений и опытно-фильтрационных работ.

Водоприток, формирующийся за счет сработки естественных запас в в безнапорных ($Q_{зап.е}$) и напорных ($Q_{зап.у}$) водоносных горизонтах определяется по формулам:

$$Q_{зап.е.} = \frac{\mu \Delta S F_д}{T_{ср.}}, \qquad (1.44)$$

$$Q_{зап.у.} = \frac{\beta^* V_д \Delta h_{ср.} \gamma_в}{T'_{ср.}}, \qquad (1.45)$$

где: μ – средняя водоотдача пород в пределах депрессионной воронки; ΔS – средняя величина снижения уровня подземных вод в пределах воронки депрессии, м; $T_{ср.}$ – время работки естественных запасов, сут; $T'_{ср.}$ – время сработки упругих запасов, сут; $F_д$ – площадь воронки депрессии, м2; β^* – коэффициент упругоемкост. пласта, м2/тс; V – объем водоносной породы, м3; $\Delta h'_{ср.}$ – среднее снижение пьезометрического уровня, м; $\gamma_в$ – объемный вес воды, тс/м3.

Приток за счет естественных запасов дренируемых водоносных горизонтов может быть определен также по формуле:

$$Q_{зап.} = \frac{\mu h_{ср.}}{t_п} (F + 0{,}33 P_1 R_0), \qquad (1.46)$$

где F – площадь разреза, м2; P_1 – периметр по контуру разреза на уровне высачивания подземных вод, м; $t_п$ – время проходки выработки плюс 3 мес. ее работы, сут.

3.2. Водоприток в разрез за счет естественных запасов безнапорного водоносного пласта с горизонтально залегающим водоупором в период окончания строительства и в последующие годы эксплуатации с учетом подвигания фронта работ может быть рассчитан по формуле:

$$Q_{зап.е.} = 0{,}00274 h_{ср.} C \mu (L_ф + 0{,}66 B_д), \qquad (1.47)$$

где $h_{ср.}$ – средняя мощность водоносного горизонта, м; C – годовое подвигание фронта работ, м; $L_ф$ – длина фронта разреза, м; $B_д$ – ширина зоны депрессии, м.

То же за счет напорного водоносного горизонта:

$$Q_{зап.у.} = 0{,}00274 m C \mu^* (L_ф + 0{,}66 \rho), \qquad (1.48)$$

где ρ – расстояние от борта траншеи (разреза), вытянутого до границы перехода напорного движения в безнапорное, м, определяемое из выражения:

$$\rho = \frac{H \cdot m}{2h' - s},$$

где h' – напор до начала строительства, м.

Водоприток за счет естественных ресурсов безнапорного горизонта определяется по формуле:

$$Q_{рес.} = kh^2_{ср.}\left(\frac{L_{ф}+B}{F_{т}} + \frac{ct}{B_A} \cdot \frac{1,36}{\ell_{ф} B_A}\right), \qquad (1,49)$$

где B – ширина разреза, м; t – расчетный год эксплуатации с момента окончания строительства.

За счет ресурсов напорного горизонта:

$$Q_{рес.} = \pi m(2h - m)\left(\frac{L_{ф}+B}{B_A} + \frac{ct}{B_A} + \frac{1,36}{\ell_{ф} B_A}\right) \quad (1,50)$$

Общий водоприток в разрез определяется как сумма притоков за счет естественных запасов и естественных ресурсов на соответствующий период развития горных работ.

4. Моделирование

Моделирование применяется как в процессе разведочных работ ("разведочное моделирование"), так и при проектировании шахт и разрезов ("прогнозное моделирование"). Оно позволяет:

а) в процессе разведки:

– определить величину питания, элементы водного баланса и гидрогеологические параметры по данным режимных наблюдений;

– определить гидрогеологические параметры решением обратных задач;

– оценить влияние различных факторов на гидрогеологические условия с выделением главных и второстепенных;

– уточнить и разработать методику ведения опытных работ и обработки их результатов;

– уточнить фильтрационные схемы разведуемого месторождения.

б) в процессе проектирования:

– выбрать оптимальный вариант водозащиты шахт и разрезов;

– обосновать мероприятия по охране подземных и поверхностных вод от загрязнения и истощения;

– дать рациональный прогноз режима подземных вод в зоне влияния угледобывающих предприятий;

– откорректировать содержание и объем гидрогеологических исследований при разработке месторождений.

При гидрогеологических исследованиях и прогнозировании наиболее успешно используются аналоговые и электронно-цифровые

вычислительные машины (АВМ и ЭЦВМ), а в последнее время кибернетические устройства.

4.1. Моделирование на аналоговых вычислительных машинах (АВМ) основано на математической аналогии между процессами. Эта аналогия идентична по математической формулировке, но различна по физической сущности. Аналоговые вычислительные машины успешно используются при гидрогеологическом прогнозировании с обоснованием проектов шахт (разрезов), воздействия последних на окружающую среду с одновременным определением (уточнением) гидрогеологических, миграционных и других параметров.

4.2. Моделирование на цифровых вычислительных машинах (ЭЦВМ) основано на решении дифференциальных уравнений, описывающих зависимость отдельных свойств объекта от основных факторов. Моделирование на ЭЦВМ с использованием методов математической статистики широко применяется для прогнозных оценок в сложных гидрогеологических условиях.

4.3. Кибернетическое моделирование является наиболее совершенной формой прогнозирования и выполняется на аналогово-цифровых устройствах, представляющих собой автоматизированные системы с обратной связью. Принцип обратной связи дает возможность периодически либо постоянно уточнять принимаемые решения, а также вносить в процесс прогнозирования коррективы, вытекающие из реализации ранее принятых решений и изменившейся обстановки.

На месторождениях типов 1 и 2 (см.раз.1.2 Инструкции) моделирование позволяет решать по данным разведочных работ прямые задачи, связанные с прогнозной оценкой водопритоков в горные выработки и разработкой рекомендаций по защите шахт и разрезов от воды. При построении моделей этих месторождений используются истинные или обобщенные гидрогеологические расчетные параметры. Природная обстановка месторождения в сочетании с проектируемыми горными выработками упрощается и сводится к типовым расчетным схемам.

На месторождениях типа 3 – с весьма сложными граничными условиями и неоднородным гидрогеологическим строением – решение гидрогеологических (прямых) задач в большей части затруднительно. В таких случаях оценка водопритоков в горные выработки может выполняться натурным моделированием. Натурное моделирование, известное как метод аналогий, заключается в ре-

роносе (на основе теории подобия) установленных количественных закономерностей с природной модели на разведуемое месторождение (участок). В качестве природной модели выступают шахты и разрезы, которые рассматриваются как действующие (натурные) модели эксплуатационных водоприемных систем. Длительность возмущения этих систем позволяет установить основные природные и техногенные факторы формирования водопритоков. Получаемая с действующих моделей информация является представительной и достаточной для прогнозирования водопритоков в проектируемые выработки. Как показывает опыт, достоверность прогнозных оценок при моделировании выше по сравнению с аналитическими и другими методами расчета водопритоков.

Опыт моделирования применительно к конкретным задачам широко освещен в литературе /11, 56/.

5. Определение водопритоков в разрез за счет поступления дождевых и талых вод

Величина водопритока за счет атмосферных осадков определяется интенсивностью и продолжительностью дождей, коэффициентом поверхностного стока и размером водосборной площади в границах водозащитных сооружений (нагорных канав,дамб)/1,2/.

Нормальный приток дождевых вод ($Q_д$) определяется по уравнению:

$$Q_д = \frac{O_{oc.сут} \lambda F_в}{24}, \qquad (1.51)$$

где $O_{oc.сут}$ – среднесуточное количество осадков,м вод.ст; λ – коэффициент поверхностного стока (для бортов и дна разреза в скальных и глинистых породах $\lambda = 0,8–0,9$, в песчаных – 0,5–0,7, для площади между бортами разреза и нагорными канавами определяется согласно СНиП П–32–74); $F_в$ – водосборная площадь разреза в границах канав и дамб, м2.

Приток талых вод ($Q_т$):

$$Q_т = \frac{\lambda \delta h_c F_в}{t_c}, \qquad (1.52)$$

где δ – коэффициент удаления снега из разреза(обычно принимается равным 0,5); h_c– годовое количество твердых осадков при 50% обеспеченности, м; t_c – длительность интенсивного снеготаяния в паводок, ч.

Приток ливневых вод ($Q_л$):

$$Q_л = q_{ул} \lambda F_в \varphi , \qquad (1.53$$

где $Q_л$ –приток ливневых вод, м3/ч; $q_{ул}$ – средняя интенсивность ливневого дождя, м3/чм2; φ – коэффициент простиремости ливневого дождя, определяемый по рис.1.1 /1/.

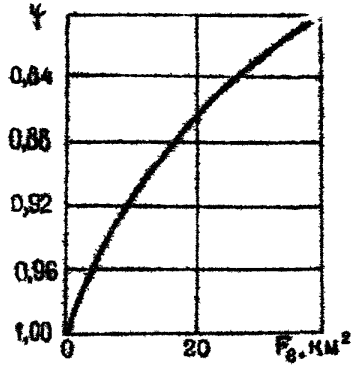


Рис.1.1. График для определения коэффициента простираемости ливневого дождя

Интенсивность ливневого дождя может быть определена по формуле

$$q_{ул} = \frac{0,00036 \cdot 20^n q_{ул20}(1 + N \lg P)}{t_л^n} , \qquad (1.54)$$

где $q_{ул20}$ – интенсивность ливневого дождя продолжительностью 20 мин. и повторяемостью P=1, л/с.гектар, n и N – параметры, зависящие от географического положения разреза; $t_л$ – длительность ливня, мин.

Параметры $n, q_{ул20}, N, P$ находятся по специальным картам и таблицам /53/. Интенсивность ливня вычисляется не менеечем при трех различных продолжительностях и вероятностях их выпадения.

Объем воды ($V_л$), который поступит в резрез при ливнях различной продолжительности, равен

$$V_л = Q_л \cdot t_л \qquad (1.55,$$

Значения $V_л$ представляются в виде графика, учитывающего различную продолжительность ливня /1/.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ВБЛИЗИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

2.1. Прогнозы условий разработки вблизи водных объектов (рек, ручьев, озер, затопленных выработок, высоководообильных горизонтов и зон и др.) выполняются на основе оценок проницаемости породной толщи, разделяющей выработку и источник обводнения. Главными каналами фильтрации воды в горные выработки служат водопроводящие трещины сдвижения, пересекающие контуры водных объектов или сообщающихся с ними проницаемых слоев и разрывных нарушений.

2.2. Область взаимного влияния выработок и водных объектов приблизительно совпадает с зоной водопроводящих трещин. Границы влияния определяются в соответствии с "Правилами охраны..."/45/, либо по данным специальных исследований. Первый способ применяется для ориентировочных оценок на всех стадиях разведки и освоения месторождений в случаях слабой дизъюнктивной нарушенности вмещающих пород. Более точно размеры областей влияния и опасных по прорывам устанавливаются по данным натурного изучения параметров зон водопроводящих трещин или разработок вблизи водных объектов на целевом (разрабатываемом) или аналогичном участках.

2.3. Очистная выемка не будет сопровождаться существенным водопритоком из водного объекта, если расстояние от выработки по нормали к напластованию до ближнего контура этого объекта превышает высоту распространения водопроводящих трещин $H_т$.

2.4. В условиях пологого и наклонного залегания при первичной подработке и управлении кровлей способом обрушения величина $H_т$ определяется в соответствии с табл.2.1 /45/.

Вынимаемая мощность рассчитывается как сумма идущих в добычу угольных пачек и породных прослоев, а также слоев почвы и кровли.

На каменноугольных месторождениях $H_т$ определяется по формуле ВНИГРИуголь (для $m = 1,0–3,2$ м):

$$H_т = -22,5m + 13,5m^2 + 1,7m^3 + 33, \text{ м} \qquad (2.1)$$

Таблица 2.1

Зависимость высоты зоны водопроводящих трещин $H_т$ от вынимаемой мощности m и литологического состава пород кровли пласта при первичной подработке

m, м	Содержание аргиллитов, алевролитов и глинистых сланцев в подработанной толще в интервале (10–60)m от разрабатываемого пласта, %				
	0–20	21–40	41–60	61–80	81–100
≤ 1,0	60	55	50	45	40
1,5	90	80	75	70	60
2,0	115	105	95	85	80
2,5	125	115	105	95	85
3,0	140	130	115	105	90
3,5	150	140	125	110	95
4,0	160	150	135	120	105

Водный объект не будет участвовать в обводнении выработок и при значительно меньшей глубине подработки, если в его основании залегает слой глины или суглинков мощностью свыше 2 м. Глубина первичной подработки таких объектов в условиях пологого и наклонного залегания оценивается в соответствии с табл.2.2 /45/.

Таблица 2.2

Глубина первичной подработки водных объектов, в основании которых залегают глины или суглинки мощностью свыше 2 м

m, м	Минимальная мощность глинистых наносов, м					
	2–4	5–6	7–8	9–10	11–15	более 15
≤ 1,0	40	35	30	30	25	20
1,5	60	50	45	40	35	30
2,0	75	60	55	50	45	40
2,5	–	65	60	55	50	50
3,0	–	70	65	60	60	60
3,5	–	–	70	70	70	70

2.5. Оценка $H_т$ в условиях повторной подработки на месторождениях с полого и наклонно залегающими сближенными, либо разрабатываемыми с разделением на слои пластами выполняется в соответствии с "Правилами охраны..." /45/.

2.6. Мощность зоны водопроводящих трещин в почве полого или и хлонного пласта принимается равной приблизительно 20 м. Залегающие ниже водоносные горизонты могут обводнять выработки только на участках разрывных нарушений.

2.7. Расстояние, на котором подработка и надработка затопленных выработок не сопровождается поступлением водопритока из них, определяется в соответствии с "Инструкцией по безопасному ведению горных работ у затопленных выработок" (1984).

2.8. В условиях крутого залегания слоев при выходе угольного пласта под водный объект поступление воды происходит, если глубина разработки меньше той максимальной глубины, при которой на земной поверхности возникают провалы /45/.

В случаях, когда выход пласта находится в стороне от водного объекта, горные работы не будут сопровождаться притоком воды из данного источника, если образующаяся на земной поверхности зона провалов и больших трещин находится на достаточном удалении от контура водного объекта /45/.

2.9. В случаях, когда $H_т$ превышает расстояние от полого- или наклоннозалегающего пласта до нижнего контура водного объекта, ориентировочное положение границ зоны влияния в плане (границ целика) определяется как линия пересечения поверхности с плоскостями, проведенными от контура водного объекта под углом разрывов /45/.

2.10. При планировании выемки особо мощных или сближенных, а также крутых пластов, выходе разрывных нарушений под водный объект границы области влияния следует устанавливать и уточнять по данным разработок на опытных участках или натурного изучения размеров и положения контуров зон водопроводящих трещин.

2.11. Способы натурного определения $H_т$ над действующими и погашенными выработками и положения боковых границ зоны водопроводящих трещин описаны в справочной и специальной литературе /4,34,52/. Сущность способов состоит в выявлении примыкающей к выработанному пространству области массива, где под влиянием горных работ произошло снижение уро-

вней или порового давления подземных вод, увеличение температуры пород, распространение шахтного воздуха, наблюдаются сверхкритические деформации слоев и др., с дальнейшим определением расстояния от внешней границы данной области по нормали к напластованию до выработки. Это расстояние считается равным $H_т$.

Во ЗНИГРИуголь разра отан способ, позволяющий определить величину $H_т$ над любой частью выработанного пространства, для чего на основе инструментальных наблюдений или теоретических предпосылок устанавливается высота области под работанной толщи, где оседание всех слоев в период активной стадии сдвижения массива превышает определенные критические значения.

Критические величины оседания, установленные по данным наблюдений за сдвижением горных пород, составляют: для слоев аргиллитов, алевролитов – 1,3 м, известняков – 0,95 м, песчаников и конгломератов, а также слоев глинистых пород мощностью до 3 м в массивах песчаников – 0,35 м (угольные пласты в расчет не принимаются). Для определения величины оседания породных слоев в скважинах (горных выработках, на земной поверхности) закладывается сеть реперов, за перемещением которых осуществляются наблюдения. Методика закладжения реперов и производства наблюдений описана в литературе по маркшейдерскому делу /34,52/.

2.12. При расчетах допустимого приближения горных работ к водным объектам необходимо учитывать, что прорывы в горные выработки не происходят в тех случаях, если водный объект вскрывается верхней половиной зоны водопроводящих трещин и в ее разрезе имеется хотя бы один слой аргиллитов или алевролитов мощностью не менее 3 м.

2.13. Прогнозная оценка водопритока из водного объекта выполняется методами гидрогеологических аналогий, аналитическим или моделированием.

2.14. Метод г и д р о г е о л о г и ч е с к и х а н а л о г и й применяется при наличии опыта разработок на участках с аналогичными условиями. Расчет водопритока производится по формулам вида:

$$Q = q \cdot A , \qquad (2.2)$$

где q - удельный водоприток на единицу длины (площади) очистных или подготовительных выработок на действующем участке, м3/ч;

A - соответствующий параметр (длина, площадь) проектируемой выработки, м или м2.

2.15. Аналитический метод. Водоприток в очистную выработку из водоносного горизонта (водоема, водотока), залегающего над зоной водопроводящих трещин и отделенного от нее водопроницаемыми породами, определяется по формуле /45/:

$$Q = \frac{K_{ср.} \cdot H_z \cdot F}{z}, \qquad (2.3)$$

где $K_{ср.}$ - средний коэффициент фильтрации пород по вертикали над зоной водопроводящих трещин, м/сут;

h_z - напор в водоносном горизонте (водотоке, водоеме), отсчитываемый от верхней границы зоны водопроводящих трещин в контуре выработки, м;

F - площадь выработки в плане, м2;

z - расстояние по вертикали между верхней границей зоны водопроводящих трещин и нижним контуром водного объекта, м.

При сложной конфигурации области питания и контура дренажа может быть применена методика прогнозирования с помощью лент тока /45/. Приток по каждой ленте $q_{л i}$ рассчитывается по формуле:

$$q_{л i} = T(H_1 - H_2)_i \frac{B}{\ell}, \qquad (2.1)$$

где T - водопроводимость горизонта, м2/сут;

H_1 и H_2 - напор в пределах расчетной ленты соответственно на контуре области питания и на контуре дренажа, м;

B - средняя ширина ленты, м;

ℓ - среднее расстояние по ленте от контура дренажа до границы области питания, м.

Общий приток воды в выработку определяется суммированием по всем лентам тока:

$$Q = \sum_{i=1}^{n} q_{л i} \qquad (2.5)$$

При оценках водопритока в случаях вскрытия водного объекта водопроводящими трещинами, необходимо учитывать, что коэффициент вертикальной фильтрации слоев аргиллитов и алевролитов мощностью 3 м и более в пределах верхней половины зоны водопроводящих трещин составляет обычно ~0,003 м/сут. Вертикальная проницаемость интервала разреза зоны, содержащего такие слои, принимается равной этой величине.

2.16. М о д е л и р о в а н и е применяется в очень сложных гидрогеологических условиях, когда другими методами водоприток определить нельзя.

Методы моделирования изложены в специальной литературе /11,13/; краткие сведения о них приведены в прил.1.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИТОКОВ ВОДЫ В ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ ИЗ ЗОН ТЕКТОНИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ

Прогноз водопритоков в горные выработки при вскрытии зон тектонических нарушений выполняется методами гидрогеологических аналогий и вероятностными.

3.1. Метод гидрогеологических аналогий. Прогнозирование по этому методу производится в два этапа. На первом этапе устанавливается генетический тип нарушения, возможность поступления из него воды (по результатам опытно-фильтрационных работ, самоизливу воды из скважин, косвенным признакам) и глубина вскрытия нарушения горными выработками (по данным ТЭД).

На втором этапе анализируются данные о водопритоках в действующие шахты при вскрытии зон тектонических нарушений аналогичных генетических типов и прогнозируется величина водопритока из конкретного нарушения в будущую шахту.

3.2. Вероятностные методы. К ним относится разработанный во ВНИГИ Уголь /48/ вероятностно-статистический метод прогнозирования, основанный на теореме Байеса. Согласно этой теореме, A_1, A_2 . . . A_j – попарно несовместимые события, из которых хотя бы одно обязательно наступает, а B_i – некоторые события. Вероятность реализации события A_j при условии, что наступили события B_i, выражается формулой:

$$P(A_j/B_i) = \frac{\prod_{i=1}^{n} P(B_i/A_j)}{\sum_{j=1}^{m} \prod_{i=1}^{n} P(B_i/A_j)} \qquad (3.1)$$

где $P(A_j/B_i)$ – условная вероятность события A_j при фактическом наступлении событий B_i; $P(B_i/A_j)$ – вероятность реализации события B_i при данном A_j; $\prod_{i=1}^{n} P(B_i/A_j)$ – произведение вероятностей; $\sum_{j=1}^{m} \prod_{i=1}^{n} P(B_i/A_j)$ – сумма произведений вероятностей.

Для прогнозирования водопритоков вероятностно-статистическим методом в Донецком бассейне рекомендуется использовать вероятности геологических признаков (табл.3.1), полученные в результате статистической обработки материалов по притокам воды из зон тектонических нарушений. Одним из первых призна-

ков принят тип трещинной структуры, который представляет собой комплекс систем тектонической трещиноватости и нарушенности, приуроченный к определенным дислокациям угленосной толщи.

Первая структура связана с дислокациями, обусловленными формированием Донецкого складчатого сооружения, и имеет общедонецкое продольное простирание. Вторая и третья – связаны с зонами скрытых нарушений соответственно поперечного и диагонального (по отношению к общему) простираний, а четвертая – с узлами пересечения поперечных и диагональных зон. Остальные обозначения понятны из табл.3.1.

В табл.3.2. приводится пример прогноза возможной величины водопритока в горную выработку (при вскрытии тектонического нарушения) для следующих условий: участок шахтного поля расположен в трещинной структуре второго типа, выработка будет пройдена в песчаниках средней литификации (марочный состав угля К) на глубине 650 м и вскроет надвиг. Полученные в графе 8 табл.3.2. значения $P(A_i/B_i)$ показывают, что наиболее вероятен (84,8%) приток из зоны надвига с дебитом до 30 м3/ч.

Продолжительность поступления водопритока определяется по данным шахты-аналога в соответствии с видом тектонического нарушения, глубиной его вскрытия, литологическим составом вскрываемых в зоне нарушения пород и источниками питания подземных вод угленосной толщи.

Таблица 3.1

Вероятности геологических признаков, используемые при прогнозировании прорывов воды

Факторы	Возможные водопротоки при прорывах, м3/ч				
	до 50	50–100	100–200	200–500	более 500
1. Трещинная структура					
	0,122	0,052	0,114	0,056	0,000
П	0,224	0,200	0,248	0,296	0,308
Ш	0,336	0,278	0,248	0,310	0,346
1У	0,318	0,470	0,390	0,338	0,346
2. Тип тектонического нарушения:					
сбросы	0,279	0,170	0,230	0,190	0,200
надвиги	0,030	0,019	0,010	0,012	0,000
флексуры	0,020	0,039	0,040	0,083	0,057
зоны трещиноватости	0,651	0,772	0,720	0,715	0,743
3. Степень литификации по марочному составу углей:					
Д+ДГ+Г	0,536	0,621	0,555	0,493	0,580
Ж+К+ОС+Т	0,232	0,199	0,128	0,126	0,033
ПА+А	0,232	0,180	0,317	0,381	0,387
4. Литологическая принадлежность: аргиллиты, алевролиты	0,110	0,090	0,013	0,017	0,000
песчаники	0,619	0,568	0,605	0,580	0,500
известняки	0,271	0,342	0,382	0,403	0,500
5. Глубина разработки, м:					
до 300	0,580	0,756	0,705	0,719	0,570
300–600	0,330	0,215	0,295	0,225	0,383
более 600	0,090	0,029	0,000	0,056	0,570

Таблица 3.2

Расчет вероятностей величин притоков воды в горную выработку при прорыве

Величина притока (A_j) м3/ч	Вероятность значений (B_i) существенных факторов					$\prod_{i=1}^{n} P(B_i/A_j)$	$P(A_j/B_i)$
	трещинная структура	литология	степень литификации	глубина водопроявлений	Тип нарушения		
До 50	0,224	0,619	0,232	0,090	0,050	$1,45 \cdot 10^{-2}$	0,848
50–100	0,200	0,568	0,199	0,029	0,019	$0,12 \cdot 10^{-2}$	0,070
100–200	0,248	0,605	0,126	0,000	0,010	0	0
200–500	0,296	0,580	0,126	0,056	0,012	$0,14 \cdot 10^{-2}$	0,082
Более 500	0,308	0,500	0,033	0,057	0,000	0	0

$$\sum_{j=1}^{m} \prod_{i=1}^{n} P(B_i/A_j) = 1,71 \cdot 10^{-2} \qquad 1,000$$

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИТОКОВ ВОДЫ В ОЧИСТНЫЕ ВЫРАБОТКИ

Прогноз притоков воды в очистные выработки может быть выполнен методами: аналитическим, гидрогеологической аналогии и вероятностно-статистическим.

4.1. Аналитический метод позволяет определять притоки воды к различным участкам очистной выработки.

Расчету водопритоков в горные выработки предшествует схематизация гидрогеологических условий /45, стр. 256–261/: определяются расчетные контуры горных выработок в плане, размеры зон водопроводящих трещин над ними на несколько характерных моментов; выделяются водоносные горизонты, вскрываемые непосредственно горной выработкой; устанавливаются контуры внешних границ области фильтрации водоносных горизонтов; устанавливаются контуры дренажа, которые соответствуют линии пересечения почвы водоносного горизонта с границами выработанного пространства; определяются напоры воды на границах питания и контурах дренажа; определяется время достижения установившегося режима фильтрации воды к горной выработке.

Установившийся приток подземных вод к различным контурам выработки определяется по следующим приближенным формулам. Для участка ГД (рис.4.1) контура выработки, обращенного к границе питания водоносного горизонта:

$$Q_1 = T(H_1 - H_2)\frac{A}{L_n} \qquad (4.1)$$

где Q_1 – приток к участку ГД, м3/сут; T – водопроводимость водоносного горизонта, м2/сут; H_1 и H_2 – напоры соответственно на контурах питания и дренажа (ГД), м; A – длина участка ГД, м; L_n – расстояние от границы питания до контура дренажа, м.

Для торцевых участков выработки – ГЖ и ДЕ:

$$Q_2 = T(H_1 - H_3)\frac{B\left(1{,}5 + \frac{L_n}{B}\right)}{\sqrt{(B + L_n)^2 + (0{,}5B + L_n)^2}}, \qquad (4.2)$$

где Q_2 – приток к участкам ГЖ и ДЕ, м3/сут; B – длина торцевого участка выработки, м; H_3 – средний напор на участках ГЖ и ДЕ, м.

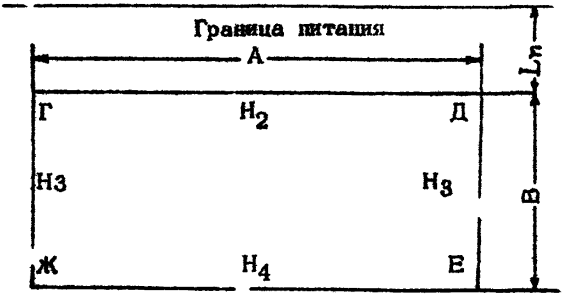


Рис.4.1. Схема к расчету водопритока к очистной выработке.

Для участка выработки ЕЖ, обращенного в сторону, противоположную границе питания:

$$Q_3 = T(H_1 - H_4)\ \frac{A}{1{,}5B + 1{,}5L_n + 0{,}5A}\ , \qquad (4.3)$$

где Q_3 – приток к участку ЕЖ, м3/сут; H_4 – средний напор на участке ЕЖ дренажного контура, м.

Общий приток к выработке определяется путем суммирования водопритоков по участкам:

$$Q_c = Q_1 + Q_{2(ГЖ)} + Q_{2(ДЕ)} + Q_3 \qquad (4.4)$$

4.2. Метод гидрогеологической аналогии. Ориентировочный прогноз притока воды в проектируемые очистные выработки может быть дан по опыту разработки угольных пластов шахтами-аналогами с близкими горно-геологическими и горнотехническими условиями /33/.

Для прогнозирования условий поступления подземных вод к очистному забою может быть использован аналогово-аналитический метод, предложенный ИГД им.А.А.Скочинского / 28/.

При выемке угольного пласта лавами по простиранию расстояние от разрезной печи до места водопроявлений в кровле нижнего бортового штрека соответствует расстоянию в плане от неподвижных контуров выработанного пространства до контуров зоны вскрытия водоносного горизонта С (рис.4.2). Эта величина принимается постоянной для аналогов.

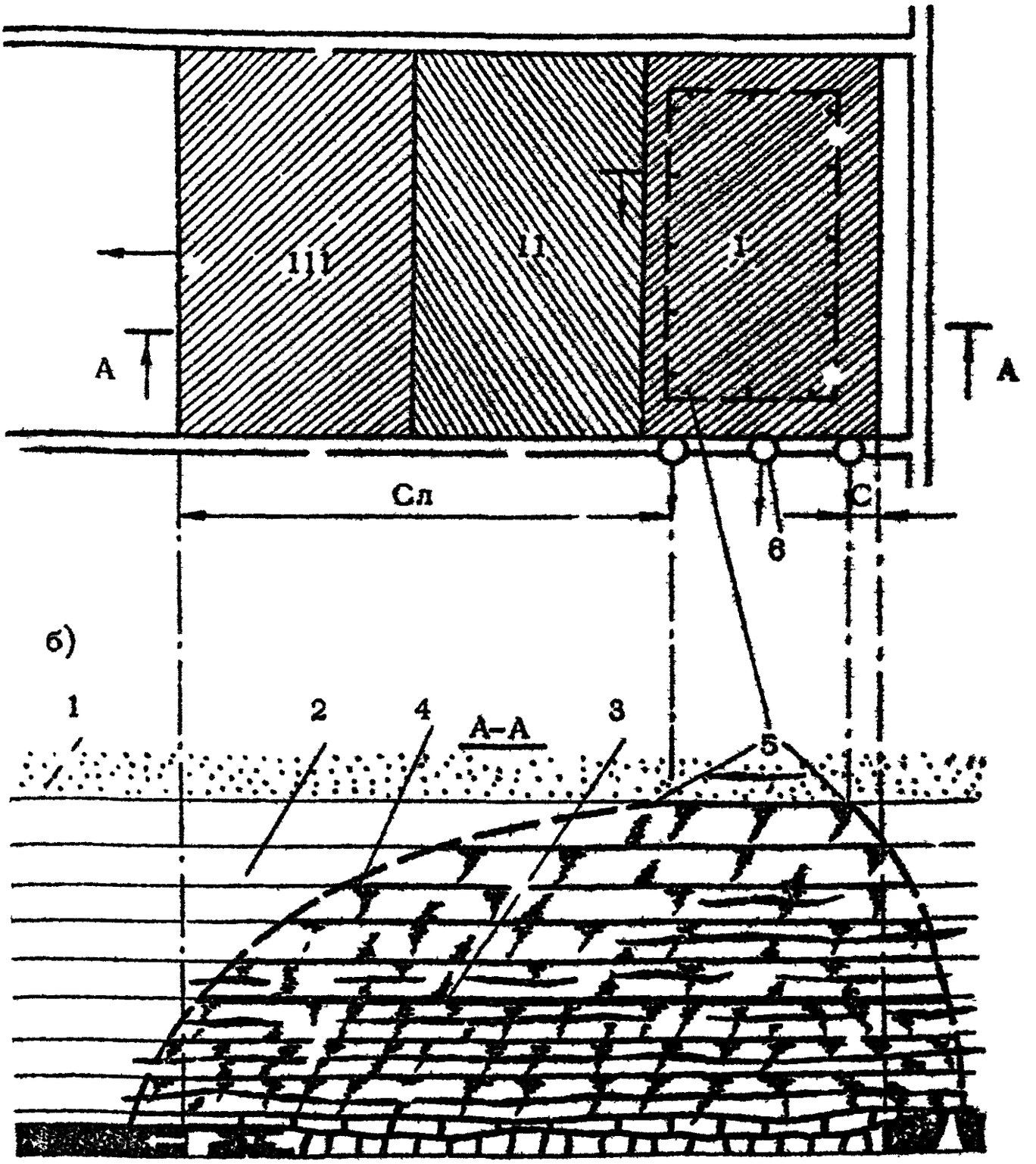


Рис.4.2. Пространственное положение зоны вскрытия водоносного горизонта над выработанным пространством.
а)-в плане, б)-в разрезе: 1-водоносные породы; 2-водоупорные породы; 3-граница зоны обрушения; 4-граница зоны водопроводящих трещин; 5-граница зоны вскрытия водоносного горизонта 6-водопроявления с кровли в оконтуривающих выработках.

Расстояние от очистного забоя до водопроявлений в кровле нижнего бортового штрека соответствует отставанию зоны вскрытия водоносного горизонта от забоя лавы $C_л$. Величина $C_л$ меняется в зависимости от скорости подвигания очистного забоя (V). Время развития водопроводящих трещин до водоносного горизонта ($t_р$) имеет постоянное значение. Оно определяется по плану горных работ как разница даты положения очистного забоя в момент обследования и даты появления первых после обследования водопроявлений в кровле штрека.

Для проектируемой очистной выработки величина $C_л$ определяется по уравнению:

$$C_л = V \cdot t_р, м, \qquad (4.5)$$

где V – скорость подвигания проектируемого очистного забоя, м/сут; $t_р$ – время отставания зоны вскрытия водоносного горизонта, установленное в выработках-аналогах, сут.

Высота распространения водопроводящих трещин непосредственно над действующим очистным забоем для условий Донбасса достигает примерно 10, а при посадке основной кровли – 15 м независимо от вынимаемой мощности угольного пласта. Максимальной высоты над выработанным пространством водопроводящие трещины достигают на значительном расстоянии от очистного забоя. В связи с этим, различная высота залегания водоносного горизонта (его подошвы) над угольным пластом обусловливает различные условия поступления подземных вод к очистным забоям.

При залегании водоносного горизонта на расстоянии до 10м над пластом, вода появляется в очистном забое при любом направлении выемки угольного пласта относительно его падения. При залегании водоносного горизонта на расстоянии 10–15 м и выемке угольного пласта по простиранию водопроявления в очистном забое имеют периодический характер и связаны с посадкой основной кровли, а при отклонении направления выемки угольного пласта в сторону падения бывают постоянными.

При залегании водоносного горизонта на расстоянии более 15 м над пластом, но в пределах максимальной высоты развития зоны водопроводящих трещин, водопроявления в очистном забое отмечаются лишь при выемке угольного пласта с отклонением в сторону падения. В этом случае условия поступления подземных вод к очистным забоям определяются выражением:

$$C_л \leq \frac{B - C}{tg\varphi} \leq V t_{пр}, \qquad (4.6)$$

где B – длина лавы (ширина выработанного с полным обрушением кровли пространства выемочного столба), м; φ – отклонение направления выемки угольного пласта от направления его падения, град.

Подставляя в выражение (4.6) значения $t_{пр}$ и C для аналогов, определяем условия поступления подземных вод к очистным забоям для конкретного гидрогеологического разреза. Прогноз условий поступления подземных вод к очистным забоям по материалам разведки позволяет при проектировании шахт выбирать технологию выемки угля (путем корректировки параметров B, V и φ), обеспечивающую наиболее благоприятные гидрогеологические условия разработки.

4.3. Вероятностно-статистический метод прогнозирования обводненности забоев очистных выработок, разработанный для условий Донецкого бассейна /48/, позволяет распознать необводненные (сухие) и обводненные очистные забои с притоками менее 1, от 1 до 5 и свыше 5 м3/ч. В основе метода – зависимость обводненности очистных забоев от существенных геологических факторов (табл.4.1). Для одновременного учета этих факторов применяется теорема Байеса (см.прил.3).

Расчет обводненности очистных забоев производится в следующей последовательности (на примере одного из разведанных участков Донецкого бассейна).

Условия примера. В пределах выемочного участка распространен трещинный коллектор третьей группы, непосредственная кровля угольного пласта представлена песчаником мощностью 8 м, а почва – аргиллитом, технологическая марка угля Г, угол падения пород 15°, глубина залегания угольного пласта – 460м.

Порядок расчета:

1. Составляется таблица (табл.4.2) и в первую ее графу вносятся принятые интервалы возможной обводненности очистных забоев.

2. В графы 2–8 вносятся численные значения вероятностей признаков, относящихся к основным геологическим факторам, приведенным в табл.4.1.

3. По каждой строке вычисляются произведения вероятностей

признаков и записываются в графу 9. Эти произведения являются числителем в формуле Байеса.

4. Полученные в графе 9 значения $\prod_{i=1}^{n} P(B_i/A_j)$ суммируются и дают значение $\sum_{j=1}^{m}\prod_{i=1}^{n} P(B_i/A_j)$ – знаменатель в формуле Байеса.

5. Определяется отношение каждого произведения графы 9 к сумме произведений и записывается в графу 10.

Полученные в графе 10 значения представляют собой вероятности водопритоков в очистной забой. Согласно принципу наибольшей вероятности очистной забой в приведенном примере прогнозируется как обводненный с притоком более 5 м3/ч, поскольку $P(A_j/B_i) = 0{,}73 = 73{,}0\%$.

Таблица 4.1

Вероятности признаков прогнозирования степени обводненности очистных забоев шахт Донбасса

Геологические факторы и признаки	Обводненность очистных забоев, м3/ч			
	Сухие	Менее 1	1 – 5	Более 5
1	2	3	4	5
А. Группа трещинных коллекторов:				
I	0,404	0,336	0,182	0,106
II	0,332	0,215	0,291	0,352
III	0,175	0,350	0,287	0,310
IУ	0,089	0,099	0,240	0,232
Б. Литологическая принадлежность пластов				
а) непосредственной кровли:				
аргиллиты, алевролиты	0,882	0,757	0,716	0,667
песчаники	0,080	0,206	0,158	0,174
известняки	0,038	0,037	0,126	0,159
б) непосредственной почвы:				
аргиллиты и алевролиты	0,798	0,647	0,702	0,737
песчаники	0,202	0,353	0,298	0,263

Продолжение табл.4.1

1	2	3	4	5
В.Мощность непосредственной кровли, м:				
а) песчаники:				
менее 5	0,155	0,083	0,077	0,100
5–10	0,227	0,166	0,192	0,300
более 10	0,618	0,751	0,731	0,600
б) аргиллиты и алевролиты:				
менее 5	0,355	0,390	0,420	0,500
5–10	0,419	0,419	0,315	0,220
более 10	0,226	0,191	0,229	0,280
Г.Степень постдиагенетического преобразования пород по марочному составу углей:				
Д, Г	0,195	0,163	0,268	0,543
Ж, К, ОС	0,348	0,322	0,384	0,155
Т, ПА, А	0,457	0,515	0,348	0,302
Д.Положение в складчатой структуре (части крыльев складок):				
нижние	0,251	0,320	0,151	0,222
средние	0,640	0,563	0,603	0,750
верхние	0,109	0,117	0,246	0,028
Е.Углы падения,град.:				
0–10	0,379	0,311	0,365	0,373
10–25	0,382	0,424	0,397	0,492
25–45	0,095	0,084	0,123	0,076
более 45	0,144	0,181	0,115	0,059
Ж.Глубина залегания,м:				
менее 200	0,125	0,193	0,120	0,095
200–400	0,406	0,408	0,402	0,423
400–600	0,289	0,259	0,338	0,416
600–800	0,159	0,126	0,128	0,066
более 800	0,021	0,014	0,012	0,000

Таблица 4.2

Расчет вероятности гипотез о принадлежности забоя к различным интервалам обводненности

Возможные интервалы обводненности забоя (A_j), м3/ч	Вероятности признаков, $P(B_i / A_j)$							$\prod_{i=1}^{n} P(B_i / A_j)$	$P(A_j / B_i)$
	группа трещинных коллекторов	литологическая принадлежность непосредственной кровли	литологическая принадлежность непосредственной почвы	мощность непосредственной кровли	степень постдиагенетического преобразования (марка угля)	угол падения	глубина залегания		
0,0–A_1	0,175	0 080	0,798	0,227	0,195	0,382	0,289	$0{,}546 \cdot 10^{-4}$	0,030
менее 1–A_2	0,350	0,206	0,647	0,166	0,163	0,424	0,259	$1{,}386 \cdot 10^{-4}$	0,076
1 – 5 – A_3	0,287	0,158	0,702	0,192	0,268	0,397	0,338	$2{,}979 \cdot 10^{-4}$	0,164
более 5–A_4	0,310	0,174	0,737	0,300	0,543	0,492	0,416	$13{,}254 \cdot 10^{-4}$	0,730

Итого: $\sum_{j=1}^{m} \prod_{i=1}^{n} P(B_i / A_j) = 18{,}165 \cdot 10^{-4}$

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИТОКОВ ВОДЫ В СТВОЛЫ ШАХТ И РАЗРЕЗНЫЕ ТРАНШЕИ ПРИ ИХ ПРОХОДКЕ

По материалам детальной разведки производится предварительный (ориентировочный) расчет прогнозного водопритока в ствол шахты или разрезную траншею.

Более обоснованный и точный прогноз притока воды из каждого водоносного горизонта дается по результатам бурения и опробования контрольных скважин.

Расчет прогнозных притоков воды в ствол шахт и разрезные траншеи при их проходке выполняется аналитическим, аналогии и гидравлическим методами.

1. Прогнозирование водопритоков в вертикальные шахтные стволы

1.1. Аналитический метод применяется для расчета водопритока, когда имеются данные о фильтрационных свойствах каждого из водоносных горизонтов или обводненных зон, подлежащих пересечению стволом шахты. Расчет может производиться по формулам установившегося и неустановившегося движения (формулы (1,1) – (1,3) в прил.1).

Формулы для расчета прогнозного водопритока из безнапорного водоносного горизонта.

При вскрытии его на всю мощность:

$$Q = 1{,}366\,\frac{kh^2}{\lg R - \lg r}, \qquad (5.1)$$

где Q – прогнозный приток воды в ствол, м3/сут; k – коэффициент фильтрации, м/сут; r – радиус ствола, м; h – мощность водоносного горизонта, м; R – радиус влияния, м.

При частичном вскрытии

$$Q = 1{,}366\,\frac{k(h^2 - h_0^2)}{\lg R - \lg r} \qquad (5.2)$$

где h_0 – остаточная мощность водоносного горизонта, м.

В начальной стадии вскрытия водоносного горизонта и углубки в него ствола (когда $\ell \leq 2r$)

$$Q = \frac{4kz\ell}{1 + \frac{z}{h-\ell}\left(1{,}1+0{,}75\ell g\frac{R}{h}\right)}, \qquad (5.3)$$

где ℓ – величина углубки ствола в водоносный горизонт, м.

При вскрытии водоносного горизонта более чем на половину его мощности

$$Q = 1{,}14\,\frac{k(2h-\ell)}{\ell g R - \ell g z}\sqrt{\frac{z}{h-\ell}}, \qquad (5.4)$$

В Кузбассе водоприток в ствол в процессе его проходки определяется по формуле:

$$Q = 1{,}366\,\frac{k(h^2-h_0^2)}{\ell g R - \ell g z}\sqrt{\frac{h_з+0{,}5z}{h_0}}\sqrt[4]{\frac{2h_0-h_з}{h_0}} \qquad (5.5)$$

где $h_з$ – высота столба воды в зумпфе шахтного ствола, м.

В скальных трещиноватых породах при полном вскрытии водоносного горизонта

$$Q = 3{,}63\,kh\sqrt{zh}, \qquad (5.6)$$

при частичном вскрытии –

$$Q = 2\pi kh\sqrt{zh} \qquad (5.7)$$

Формулы для расчеты прогнозного водопритока из напорного водоносного горизонта.

При полном его вскрытии:

$$Q = 2{,}73\,\frac{km\,S}{\ell g R - \ell g z} \qquad (5.8)$$

где S – величина понижения уровня, м; m – мощность напорного горизонта, м.

В начальной стадии вскрытия водоносного горизонта

$$Q = \frac{4kzS}{1+\frac{z}{m}\left(1{,}1+0{,}75\,\ell g\frac{R}{m}\right)}, \qquad (5.9)$$

при дальнейшей углубке водоприток может быть рассчитан по следующим двум формулам:

$$Q = 1{,}366\,\frac{k\cdot\ell\,S\,\beta}{\ell g R - \ell g z}, \qquad (5.10)$$

где $\beta = 1 + \sqrt{\frac{260z}{m}}\,\ell g\,\frac{m}{\ell}$;

$$Q = 2{,}73\,\frac{km(h-h_0)}{\ell g R - \ell g z}. \qquad (5.11)$$

При переходе напорного движения в безнапорное и вскрытии водоносного горизонта стволом шахты на всю мощность

$$Q = 1{,}366\,\frac{km(2h-m)}{\ell q R - \ell q z}\,. \qquad (5.12)$$

В скальных трещиноватых породах водоприток может быть определен при $\frac{h}{m} > 5$ по формуле:

$$Q = 2\pi km\sqrt{zh}\,, \qquad (5.13)$$

при $\frac{h}{m} < 5$ –

$$Q = 3{,}63\,km\sqrt{z(3h-2m)}\,. \qquad (5.14)$$

1.2. Метод гидрогеологической аналогии иногда применяется при недостаточной изученности месторождений в освоенных районах Формулы основаны на сопоставлении величин понижений, мощностей, напоров, коэффициентов фильтрации водоносных горизонтов в проектируемом стволе и стволе-аналоге, а также радиусов последних:

$$Q = Q_1\sqrt[n]{\frac{Sz}{S_1 z_1}}\,. \qquad (5.15)$$

при безнапорном водоносном горизонте

$$Q = Q_1\frac{kh\sqrt{hz}}{k_1h_1\sqrt{h_1z_1}} \qquad (5.16)$$

$$Q = Q_1\frac{h_1(\ell q R_1 - \ell q z_1)}{h(\ell q R - \ell q z)}\,, \qquad (5.17)$$

при напорном –

$$Q = Q_1\frac{km\sqrt{h'z}}{k_1m_1\sqrt{h_1'z_1}}\,. \qquad (5.18)$$

где Q, Q_1 – водопритоки соответственно в проектируемый ствол и ствол-аналог, м3/сут; S, S_1 – соответственно понижение уровне воды в стволах, м; z, z_1 – радиусы стволов, м; R, R_1 – соответственно радиусы влияния откачек из ствола и из опытной скважины, м; k, k_1 – коэффициенты фильтрации, м/сут; h, h_1 – мощности безнапорных водоносных горизонтов, м; h', h_1' – напоры подземных вод, м; m, m_1 – мощности напорных водоносных го-

ризонтов, м.

1.3. Гидравлический метод заключается в определении прогнозного водопритока по данным откачки из контрольно-стволовой скважины (в стадии предварительной и детальной разведок – по данным откачек из ближайших к месту заложения ствола скважин), комплексно учитывающей влияние различных факторов.

Расчет по удельному дебиту производят при невозможности достичь понижения уровня при откачке до подошвы водоносного горизонта. Определив удельный дебит при достигнутом понижении, вычисляют максимальный дебит скважины (м3/ч) при понижении до нижнего водоупора:

$$Q_{скв.} = q_{\text{уд}} h$$

Величину водопритока в ствол Q, м3/ч рассчитывают по формуле:

$$Q = \frac{Q_{скв.}(\ell q R_{скв.} - \ell q r_{скв.})}{\ell q R - \ell q r}, \qquad (5.19)$$

где $Q_{скв.}$ – дебит скважины при понижении до подошвы водоносного слоя, м3/ч; R и $R_{скв.}$ – радиусы влияния откачки соответственно из ствола и скважины, определяемые по формулам или опытным путем, м; $q_{\text{уд}}$ – удельный дебит скважины, м3/ч.

При понижении уровня воды в опытной скважине до подошвы водоносного горизонта расчет прогнозного водопритока в ствол можно производить по формуле:

$$Q = Q_{скв.} \sqrt{\frac{r}{r_{скв.}}}, \qquad (5.20)$$

где r, $r_{скв.}$ – соответственно радиусы шахтного ствола и опытной скважины, м.

2. Прогнозирование водопритоков в наклонные шахтные стволы

Прогноз водопритока в наклонные шахтные стволы производится либо по формулам, приведенным для вертикальных стволов (при проектировании крутых стволов), либо по формулам для определения притоков в горизонтальные подземные дрены (при пологих и наклонных стволах). В обоих случаях необходи-

мо учитывать различие в углах залегания наклонного ствола, а также область применения используемой формулы.

При прогнозировании водопритоков в пологие и наклонные стволы, проходимые по угольному пласту, должна учитываться водопроницаемость пород, отделяющих ствол от выше- и нижележащих водоносных горизонтов.

3. Прогнозирование водопритоков в разрезные траншеи

Водопритоки в разрезные траншеи рассчитываются методами аналитическими, реже – гидрогеологической аналогии.

3.1. Аналитический метод. Приток воды из безнапорного водоносного горизонта в совершенную траншею может быть определен по формуле (1.10), а в несовершенную – по формуле (1.11) (прил.1).

При фильтрации воды в траншею из расположенных вблизи водотоков (водоемов) и поступления подземных вод с нагорной стороны водоприток рассчитывается по формуле:

$$Q = \frac{kL}{2}\left(\frac{h_p^2 - h_o^2}{L_p} - \frac{h_н^2 - h_o^2}{L_n}\right), \quad (5.21)$$

где h_p – мощность водоносного горизонта у реки, м; h_o – остаточная мощность горизонта в пределах разрезной траншеи, м; $h_н$ – мощность горизонта с нагорной стороны, м; L – длина траншеи, м; L_p – расстояние от траншеи до реки, м; L_n – расстояние от траншеи до области питания, м.

Приток воды в траншею (с учетом подвигания фронта рабо) за счет естественных запасов при горизонтальном залегании водоупора может быть определен по формуле:

$$Q_{зап.г.} = h_{ср}B\left[\frac{L_ф\beta}{B} + 0{,}66\,(L_ф + B) + \frac{0{,}34}{\ell q B}\right]\frac{\mu}{t_c}, \quad (5.22)$$

где $L_ф$ – длина фронта работ, м; $h_{ср}$ – средняя мощность безнапорного водоносного горизонта, м; B – ширина зоны депрессии, м; β – ширина траншеи, м; μ – коэффициент водоотдачи пород; t_c – продолжительность строительства траншеи, сутки.

Из напорно-безнапорного водоносного горизонта:

$$Q_{зап.у} = m\rho\left[\frac{L_ф\beta}{\rho} + 0{,}66\,(L_ф + \beta) + \frac{0{,}34\rho}{\ell q \rho}\right]\frac{\mu}{t_c}, \quad (5.23)$$

где m – мощность напорного водоносного горизонта, м; ρ – расстояние от борта траншеи до границы перехода напорного движения в безнапорное, м, $\rho = \frac{Bm}{2H-m}$; H – напор до начала строительства, м.

В этих же условиях водоприток в разрезную траншею за счет естественных ресурсов безнапорного или напорного горизонта в момент окончания строительства может быть определен по формулам (1.49) и (1.50). Учитывая, что эксплуатация еще не начата ($t = 0$), величина $\frac{ct}{B_A}$ в этих формулах принимается равной нуль.

Общий водоприток в траншею определяется как сумма притоков за счет естественных запасов и естественных ресурсов.

3.2. Метод гидрогеологической аналогии основан на использовании фактических данных о величине водопритока на единицу длины действующей разрезной траншеи-аналога при ее проходке.

Общий водоприток в проектируемую траншею определяется по формуле:

$$Q = \frac{qL}{100} \qquad (5.24)$$

где q – водоприток на 100 м длины разрезной траншеи-аналога, м³/ч, L – длина проектируемой траншеи, м.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И АГРЕССИВНЫХ СВОЙСТВ ШАХТНЫХ (КАРЬЕРНЫХ) ВОД

Для прогнозирования химического состава и свойств шахтных (карьерных) вод применяются в основном методы гидрогеологических аналогий, вероятностные и графоаналитический.

6.1. Метод аналогии используется на всех стадиях разведки и эксплуатации месторождения при наличии шахт, действующих в аналогичных гидрогеохимических и горно-технических условиях. Он широко применяется в Юго-Западном Донбассе /33. Определение содержания Ca^{2+}, Mg^{2+}, SO_4^{2-}, HCO_3^- и величины общей жесткости производится по уравнению:

$$q = \frac{e}{d(H-C)^2+1}, \qquad (6.1)$$

а содержание $Na^+ + K^+$ и Cl^- – по уравнению

$$q = a + bH \qquad (6.2)$$

Величина общей минерализации ($q_м$) рассчитывается по уравнению

$$q_м = a + bH + \frac{e'}{d(H+C')^2+1}, \qquad (6.3)$$

где q – содержание прогнозируемого компонента, г/л, или общая жесткость, мг-экв/л; H – глубина разработки, сотни метров; a, b, C, C', d, e, e' – параметры уравнения.

Параметры уравнений определяются по фактическим данным шахт-аналогов, для чего необходимо построить график изменения содержания соответствующего компонента с глубиной. На кривых графиков выбираются характерные точки, определяются их координаты и решается система уравнений. Определение параметров уравнения, описывающего изменение минерализации шахтной воды с глубиной, производится в два приема. Вначале по графику определяются параметры первой части уравнения (на графике выражена отрезком прямой), а затем – второй части, описывающей нижний отрезок кривой графика (выражен в виде параболы).

Параметры уравнения рассчитаны для всей площади Юго-Западного Донбасса по участкам с аналогичными гидрогеологичес-

кими условиями. При наличии достаточного фактического материала по шахте-аналогу желательно определять параметры уравнений для каждой проектируемой шахты, по которой рассчитывается прогнозный химический состав шахтной воды /33/. Приведенные выше уравнения могут быть использованы и в Центральном Донбассе.

6.2. Вероятностный метод, применяемый для прогнозирования состава и свойств шахтных (карьерных) вод основан на одномерной корреляции между содержаниями химических компонентов подземных и шахтных вод, а также на закономерностях изменения параметров состава шахтных вод в зависимости от ряда факторов (глубины разработки угля и др.). Этот метод может применяться в угольных бассейнах и месторождениях, где имеются действующие шахты и объем информации, достаточный для статистической обработки и получения представительных данных.

В Восточном Донбассе применяются уравнения регрессии (в общем виде – $y = ax + b$), описывающие зависимость содержания химических компонентов в шахтных водах (мг/л) будущей шахты от различных факторов (табл.6.1, 6.2). Эти уравнения дают вполне удовлетворительные результаты при прогнозировании химического состава и свойств шахтных вод при глубине до 1000 м.

Таблица 6.1

Уравнения для прогноза содержания основных компонентов химического состава шахтных вод (y) в зависимости от глубины разработки (x)

Определяемые компоненты	Шахтинско-Несветаевский угленосный район	Гуково-Зверевский угленосный район
1	2	3
$Na^+ + K^+$	$y = 1,8x + 436$	$y = 1,5x + 196$
Ca^{2+}	$y = -0,27x + 31$	связь несущественная
Cl^-	$y = 1,2x + 143$	$y = 0,6x + 166$
SO_4^{2-}	$y = 4x + 1056$	$y = 2,3x + 932$

Продолжение табл.6.1

1	2	3
HCO_3^-	связь несущественна	y = 0,48x+302
общая минерализация	-"-	y = 4,1x+1964

Поскольку связь между содержаниями Ca^{2+}, Mg^{2+} и глубиной разработки несущественна, расчет прогнозных содержаний этих компонентов следует вести по другим уравнениям (табл. 6.2).

Таблица 6.2

Уравнения для прогноза содержания основных компонентов химического состава шахтных вод в зависимости от химического состава подземных и шахтных вод

Компонент	Уравнение регрессии
$Na^+ + K^+$	$y = 0,3\,[Na^+ + K^+]_п + 440$
Ca^{2+}	$y = 0,2\,[Ca^{2+}]_п + 145$
Mg^{2+}	$y = 0,65\,[SO_4^{2-}]_п + 53$
Cl^-	$y = 0,69\,[K^+ + Na^+]_ш - 28$
SO_4^{2-}	$y = 0,63\,[M_ш] + 353$
HCO_3^-	$y = -1,04\,[Mg^{2+}]_ш + 459$
Общая минерализация	$y = 0,5\,M_п + 1803$

где У – прогнозируемый компонент химического состава шахтной воды, мг/л: $[Mg^{2+}]_п$ – содержание компонентов в подземных водах, мг/л; $[Cl^-]_ш$ – содержание компонентов в шахтной воде, мг/л; $M_п$, $M_ш$ – величина общей минерализации соответственно подземной и шахтной воды, мг/л.

Уравнения табл.6.2 позволяют не только прогнозировать содержание компонентов, корреляционные связи которых с глуби-

ной разработки несущественные (Ca^{2+}, Mg^{2+}), но и контролировать расчет содержания некоторых других компонентов, выполненный по уравнениям, приведенным в табл.6 1.

Если на верхних горизонтах имеется действующая шахта, то при разведке или доразведке более глубоких горизонтов (а также при перспективном прогнозировании для более глубоких горизонтов действующих шахт) – с целью повышения точности расчет прогнозных содержаний компонентов химического состава шахтных вод следует производить с введением поправки. Поправка вычисляется путем сопоставления фактических содержаний компонентов в шахтных водах верхних горизонтов с рассчитанными по уравнениям регрессии:

$$A_{пр.} = \frac{A^1_р}{1 \pm \Delta}, \quad (6.4)$$

$$\pm\Delta = \frac{A_ф - A_р}{A_ф} \quad (6.5)$$

где $A_{пр.}$ – прогнозируемое содержание компонента, мг/л; $A^1_р$ – содержание компонента в шахтных водах, рассчитанное по уравнениям регрессии, на глубинах, соответствующих $A_{пр.}$, мг/л; Δ – поправочный коэффициент; $A_ф$ – фактическое содержание компонента в шахтной воде верхних горизонтов, мг/л; $A_р$ – содержание компонентов в шахтной воде верхних горизонтов, рассчитанное по уравнениям регрессии, соответствующее $A_ф$, мг/л.

Проверка применимости приведенных уравнений (см. табл. 6.1, 6.2) для расчета прогнозного содержания макрокомпонентов химического состава шахтных вод показала, что эти уравнения могут использоваться и в Центральном Донбассе. Однако ввиду систематического занижения содержания компонентов необходимо вводить поправочные коэффициенты. Эти уравнения могут быть применимы на месторождениях других бассейнов с аналогичными гидрохимическими и горнотехническими условиями.

Агрессивные свойства вод проектируемой шахты устанавливаются на основе прогнозных содержаний в них химических компонентов, в соответствии с требованиями СНиП П – 28–73/55/.

6.3.Графоаналитический метод прогнозирования содержит элементы методов вероятностных и гидрогеохимических аналогий (при определении величины общей минерализации по методу ана-

логии). Он заключается в построении графиков зависимости содержания макрокомпонентов в шахтной воде от глубины разработки, экстраполяции на глубину прогнозирования кривых графиков и последующего снятия с них значений соответствующих содержаний отдельных компонентов. Описываемый метод используется для прогнозирования химического состава шахтных вод при доразведке месторождения и эксплуатационной разведке.

Другой прием применения этого метода основан на построении графиков зависимости содержания макрокомпонентов в подземных водах от величины минерализации (графики смешения). При значительном разбросе значений минерализации графики строятся в полулогарифмическом масштабе. Зная величину общей минерализации будущей шахты (определяется по методу аналогии или статистически) по графикам нетрудно определить прогнозное содержание макрокомпонентов, отвечающее предполагаемой величине минерализации.

Прогнозные содержания компонентов состава и свойств шахтных (карьерных) вод, для определения которых отсутствуют объективные способы расчета (недостаточная информация, сложность разработки методики и др.), следует определять по методу гидрогеохимических аналогий путем прямого использования значений содержания прогнозируемого компонента в шахтных (карьерных) водах аналога (содержание взвешенных веществ, фенолов, БПК, ХПК, нефтепродуктов, ПАВ, органических веществ, бактериологического состояния).

Химический состав и свойства шахтных и дренажных вод на период строительства, а также вод, откачиваемых из строящихся шахтных стволов и разрезных траншей, в значительной степени определяются составом и количеством воды, поступающей из разных водоносных горизонтов и смешивающейся в горных выработках. В таких случаях прогноз может выполняться путем определения средневзвешенного содержания прогнозируемых компонентов с учетом правила смешения вод разного состава. Аналогичным образом, с небольшими погрешностями, можно осуществлять прогнозы и для периода эксплуатации будущей шахты на месторождениях (участках), где в выработки будут поступать высокоминерализованные воды (20–50 г/л и более), а также прогнозы содержаний ряда редких и рассеянных элементов.

Агрессивные свойства вод проектируемой шахты определяют-

ся на основании прогнозных содержаний в них химических компонентов в соответствии с требованиями СНиП П-28-73 /55/.

Приложение 7

МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ ПРОГНОЗНЫХ КАРТ ОБВОДНЕННОСТИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В процессе обобщения результатов разведки возникает необходимость составления прогнозных карт обводненности горных выработок по каждому из разведанных пластов или пластов, подлежащих первоочередной разработке.

Карты синтезируют весь материал, характеризующий гидрогеологические условия месторождения (участка), вследствие чего он становится наглядным и более доступным для понимания и использования. Опыт составления таких карт, макет которой прилагается (рис.7.1), имеется в Донецком бассейне.

Содержание карт и точность отражения на них прогнозируемых гидрогеологических параметров может различаться в зависимости от типа месторождения (участка), степени его изученности, достоверности прогнозов, способа разработки, схемы вскрытия и других факторов.

На картах, составляемых по материалам детальной разведки и, особенно, доразведки прогнозируемые параметры желательно показывать в количественном выражении.

Основой прогнозной карты служит гипсометрический план почвы угольного пласта, на который наносятся все скважины (и горные выработки), содержащие гидрогеологическую информацию, разрывные нарушения, флексурные складки и углы падения пласта, границы затопленных выработок (с отметками уровня воды), поверхностные водоемы и водотоки с отметками уреза воды, зоны повышенной трещиноватости. У скважин приводятся литологические колонки зоны дренирующего влияния будущих горных выработок (до 50-100 м в кровле и до 20 м ниже подошвы угольного пласта) с результатами опытных работ, водопроявлений, характеристикой трещиноватости пород. Кроме того, на план могут быть нанесены данные проектных решений ТЭД о местоположении шахтных стволов, участков первоочередной разработки и другие.

Обводненность показывается на карте по результатам расчета прогнозных водопритоков, в том числе и прорывов воды.

Различная степень обводненности горных выработок в преде-

лех выделяемых площадей (см.рис.7.1) подтверждается прямыми и косвенными показателями.

Если подземные воды на шахтном поле имеют различную минерализацию, на прогнозной карте проводятся изолинии минерализации.

Прогнозная карта дополняется гидрогеологическими разрезами по наиболее характерным направлениям.

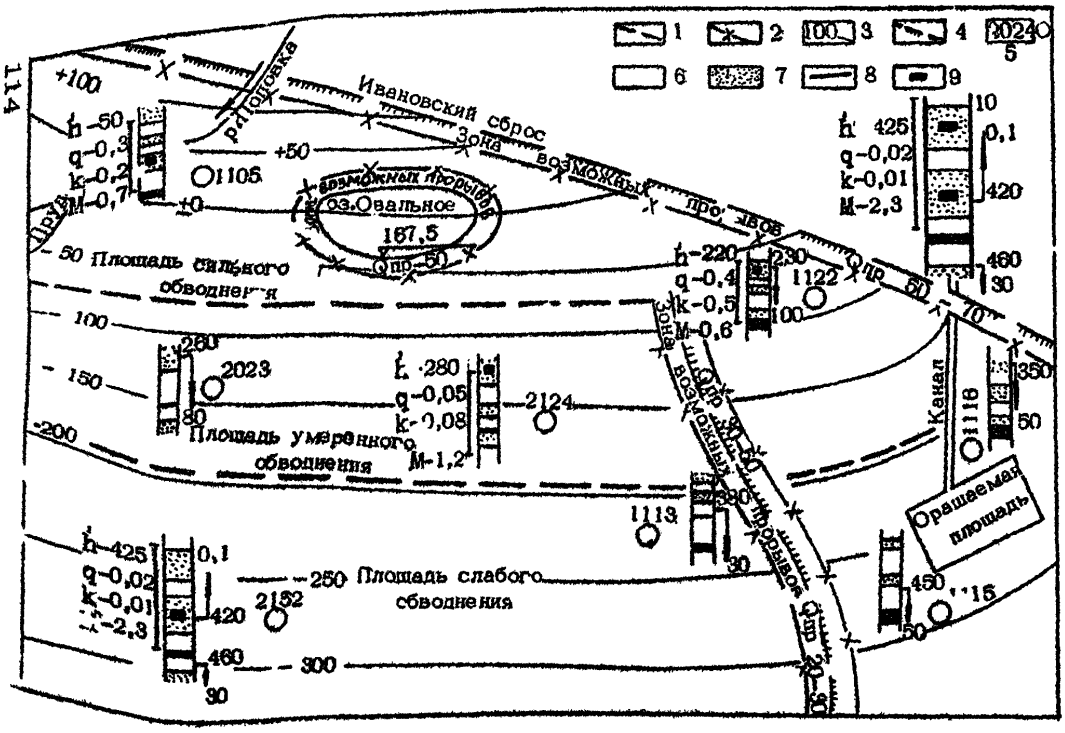


Рис.7.1. Схематическая карта прогноза гидрогеологических условий подземной разработки угольного пласта K_2 (макет)
1. – границы площадей различного обводнения, 2. – границы зон возможных прорывов воды, $Q_{пр}$ – дебиты при прорывах, м³/ч, 3. – изогипсы почвы пласта, 4. – тектонические нарушения, 5. – скважина и ее номер. Породы зоны дренажа: 6. – аргиллиты, 7. – песчаники, 8. – угольный пласт; 9. – знак трещиноватости пород, 10. – колонки у скважин: слева, h – напор над почвой водоносного горизонта, м, q – удельный дебит скважины, л/сек, k – коэффициент фильтрации, м/сут., М – минерализация воды, г/л; справа: стрелка вверх-глубина начала фонтанирования, м, вверху – дебит, л/сек; у стрелки вниз – глубина начала поглощения и процент поглощения промывочной жидкости, слева чертой отмечен интервал опробования.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВОЗМОЖНОСТИ ПОДЗЕМНОГО ЗАХОРОНЕНИЯ ШАХТНЫХ ВОД И ОБОСНОВАНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОЛИГОНОВ ЗАХОРОНЕНИЯ

1. Общие положения

1.1. В соответствии с "Основами законодательства Союза ССР и союзных республик о недрах" /59/ и "Положением об охране подземных вод" /42/ для подземного захоронения могут направляться шахтные воды высокой минерализации или содержащие токсичные вещества, которые экономически доступными способами не могут опресняться, обезвреживаться или использоваться для извлечения ценных элементов. Необходимо принимать меры по уменьшению количества шахтных вод или их остатков после очистки, подлежащих захоронению.

1.2. Захоронение шахтных вод может производиться в водоносные горизонты или комплексы, содержащие минерализованные подземные воды, непригодные для водоснабжения, бальнеологических целей, извлечения ценных компонентов. При захоронении вод, содержащих вредные или токсичные вещества, должно быть обеспечено выполнение требований Законодательства о недрах в части локализации этих вод в строго определенных границах и предотвращения проникновения их в горные выработки, на дневную поверхность и в водные объекты.

2. Пласты-коллекторы и пласты-экраны

2.1. Водоносные горизонты, пригодные для захоронения шахтных вод, должны быть надежно изолированы слабопроницаемыми породами от вышележащих, а в отдельных случаях и от нижележащих водоносных горизонтов. Как правило, они приурочены к гидродинамическим зонам весьма затрудненного или затрудненного водообмена в пределах закрытых гидрогеологических структур с большим периодом водообмена.

Наиболее пригодны для захоронения районы со спокойным залеганием пород и пластовым типом циркуляции подземных вод. Наличие тектонических нарушений, особенно дизъюнктивных, способствующих перетеканию пластовых вод из одного горизонта в другой, осложняет процесс захоронения.

2.2. Пригодность участка для захоронения шахтных вод зависит не только от условий залегания пластов-коллекторов, но и от их гидродинамических, емкостных и фильтрационных свойств, обусловливающих приемистость скважин нагнетательного узла, необходимое давление в них и характер распространения закачанных вод по пласту /9/.

Емкостные свойства напорного водоносного горизонта (комплекса) определяются пористостью(пустотностью), мощностью и площадью его распространения, упругими свойствами пород и заключенных в них вод. Неоднородность водовмещающих пород приводит к существенному изменению их емкостных свойств. При напорной фильтрации полезная емкость водоносного пласта-коллектора определяется его упругими свойствами, которые проявляются при изменении в нем напора (давления). Накопление (приращение) объема упругих запасов вод (емкости) напорного горизонта при повышении пластового давления определяет его полезную емкость, которая может быть занята закачиваемыми водами.

Оценочные расчеты приращения объема глубокозалегающего водоносного пласта-коллектора за счет его упругоемкости (при оптимальных параметрах типичного пласта и режиме эксплуатации) показали, что оно соответствует закачке порядка 1,5 - 12 тыс.м3/сут жидкости в течение 20 лет. При этом фронт закачиваемой жидкости будет иметь форму окружности радиуса соответственно 0,7-4,5 км.

Основным фактором, ограничивающим закачку больших объемов вод, являются фильтрационные свойства водоносных горизонтов. От них зависит приемистость скважин и избыточные давления на нагнетательном узле.

Наиболее реальной следует рассматривать закачку вод в количестве до 5-7 тыс.м3/сут. На эти объемы (сугубо оценочные) следует ориентироваться проектным организациям при обосновании удаления шахтных вод.

В каждом конкретном случае разведки полигона подземного захоронения в соответствии с геолого-тектоническими, гидрогеологическими условиями участка и определенными по данным опытных работ емкостными и фильтрационными параметрами пласта-коллектора, должна рассчитываться конкретная эксплуатационная приемистость полигона и контур подземного хранилища.

2.3. Основным условием возможности использования водоносного горизонта (комплекса) для захоронения вод является надежность его изоляции от других водоносных горизонтов в пределах площади, на которой произойдет изменение естественных гидродинамических условий в результате работы полигона. Эта надежность зависит от экранирующей способности слабопроницаемых разделяющих отложений и улучшается, если между водоносным горизонтом-коллектором и эксплуатирующимся (для водоснабжения или в иных целях) имеется "буферный" горизонт, содержащий воду, непригодную для использования. Слабопроницаемые отложения должны быть выдержаны по мощности и литологическому составу, в них должны отсутствовать проявления различного рода тектонических процессов.

Показателем надежности слабопроницаемых отложений является различие в пьезометрических уровнях, плотности, минерализации и химическом составе пластовых вод смежных водоносных горизонтов.

Экранирующая способность (фильтрационные свойства) слабопроницаемых пород зависит от их литологического и минерального состава, физико-химических свойств, мощности и степени литификации.

К слабопроницаемым образованиям относятся глинистые и галогенные породы, мергелистые и другие плотные разности карбонатных отложений.

Проницаемость глинистых пород зависит от степени их дисперсности, однородности, минерального состава и состава поглощенного комплекса, а также геоструктурных и термодинамических условий, в которых они находятся, минерализации и химического состава фильтрующейся жидкости. Низкая проницаемость присуща глинистым породам, содержащим минералы группы монтмориллонита и разбухающие гидрослюды. Более проницаемые глины содержат каолинит и неразбухшие гидрослюды. Увеличение проницаемости глин может происходить в местах перегибов пластов и на локальных участках разрывных тектонических нарушений.

Вторым довольно широко распространенным типом слабопроницаемых отложений являются галогенные: каменная соль, гипсы, ангидриты. Одна из отличительных особенностей каменной соли – способность ее к пластичным деформациям, с чем связана монолитность толщи и хорошие водоупорные свойства.

3. Гидрогеологические исследования для захоронения шахтных вод

3.1. Задачи исследований

3.1.1. В районах, намечаемых для сооружения полигонов захоронения шахтных вод, по специальному проекту должны быть проведены геолого-гидрогеологические исследования, основными задачами которых являются:

- выявление водоносных горизонтов-коллекторов и участков, пригодных для сооружения полигонов захоронения;
- изучение геологических и гидрогеологических условий выявленных участков;
- обоснование возможности проектирования полигона и режима его эксплуатации;
- изучение характера закрытости гидрогеологической структуры и степени изолированности пласта-коллектора от других водоносных горизонтов и поверхности земли
- определение санитарной безопасности захоронения шахтных вод.

3.1.2 Для решения поставленных задач по району и участку намечаемого захоронения должны быть освещены следующие вопросы:

- отсутствие или наличие, а также использование твердых, жидких и газообразных полезных ископаемых в данном районе;
- геологическое, тектоническое строение, гидрогеологические особенности района и участка захоронения;
- граничные условия пласта-коллектора в плане и разрезе;
- характер границ пласта в зоне влияния полигона (тектонические нарушения, внутриформационные размывы, литологические окна в перекрывающем водоупоре и др.);
- характеристика пород пласта-коллектора, перекрывающих и подстилающих слабопроницаемых слоев, а иногда и вышележащего (буферного) водоносного горизонта (литологический состав, физико-механические свойства и их изменение в разрезе и по площади);

– условия и скорость водообмена подземных вод пласта-коллектора, положение областей питания и разгрузки;

– параметры водоносных горизонтов (коллектора и вышележащего), а также изолирующих пласт-коллектор слабопроницаемых слоев – мощность общая и эффективная, пористость общая и активная, коэффициенты проницаемости, фильтрации, водопроводимости, пьезопроводности, перетекания, диффузии, фильтрационная неоднородность пласта;

– пластовые давления оцениваемого для захоронения, а иногда и вышележащего водоносных горизонтов;

– физико-химические свойства подземных вод, водовмещающих пород пласта-коллектора и перекрывающего слабопроницаемого слоя;

– приемистость скважин и изменение ее в процессе опытных работ, наиболее совершенные в данных условиях способы вскрытия пласта.

3.1.3. Последовательность гидрогеологических исследований под полигон для захоронения сточных вод включает четыре стадии /9/:

- предварительную оценку возможности захоронения вод;

– поиски пластов-коллекторов и участков для размещения полигона захоронения;

– предварительную разведку;

детальную разведку.

В зависимости от геологического строения, гидрогеологических условий, степени изученности исследуемого района и объема вод, подлежащих захоронению, отдельные стадии могут выпадать или совмещаться.

3.2. Предварительная оценка возможности захоронения шахтных вод

Предварительная оценка возможности захоронения шахтных вод производится по результатам поисковых на уголь работ после того, как химическими анализами установлено, что подземные воды угленосных отложений нельзя сбрасывать в поверхностные водоемы и использовать в народном хозяйстве.

На этой стадии должна быть выяснена принципиальная возможность захоронения шахтных вод и собраны геологические и гидрогеологические сведения, необходимые для обоснования проекта дальней их специальных гидрогеологических исследований.

В отдельных случаях на этой стадии работ могут быть получены материалы, исключающие необходимость проведения поисков, а иногда и предварительной разведки.

На стадии предварительной оценки по имеющимся материалам необходимо установить характер тектонической структуры, в пределах которой может быть расположен полигон захоронения, а также гидрогеологические закономерности этого района, в частности, наличие гидродинамических зон весьма затрудненного или затрудненного водообмена. На этой стадии могут быть освещены следующие вопросы:

наличие водоносных горизонтов-коллекторов, их количество, глубина залегания, мощность, пластовое давление, минерализация и качество подземных вод, литологический состав водовмещающих пород; наличие перекрывающих слабопроницаемых горизонтов, их литологический состав, мощность, граничные условия пласта-коллектора и приемистость скважины (в первом приближении), наличие полезных ископаемых в интервалах возможного захоронения.

Для этого необходимо использовать специальные обзорные карты условий захоронения сточных вод, сводные работы по тектонике, стратиграфии и гидрогеологии, а также документацию глубоких скважин, пройденных в районе работ или вблизи него.

3.3. Поиски пластов-коллекторов и участков для размещения полигона захоронения

Поисковые работы проводятся в районах, которые по результатам предварительной оценки перспективны для захоронения шахтных вод, но где (в силу слабой изученности) фактического материала недостаточно для выделения пластов-коллекторов (при хорошей изученности глубоких водоносных горизонтов стадия поисков может быть исключена). Эти работы следует проводить одновременно с предварительной разведкой месторождения угля.

На этой стадии проводится бурение и испытание скважин. Количество скважин должно быть минимальным (обычно не более 1–3), поскольку каждая из них может быть пунктом возможной связи нескольких горизонтов даже при хорошо проведенном затрубном и ликвидационном тампонаже, а также по экономическим соображениям. Глубина скважин проектируется с расчетом вскрытия наиболее глубоко залегающего (из перспективных) водоносного горизонта.

Если отсутствуют сведения о глубине залегания фундамента и мощности осадочной толщи, ее тектонической нарушенности, буровым работам должны предшествовать геофизические исследования (сейсморазведка, электроразведка), позволяющие рационально разместить скважины и сократить объем буровых работ.

Поисковые скважины необходимо бурить с полным отбором керна и с проведением полного комплекса каротажных работ. Водопроницаемые (водоносные) горизонты, расположенные ниже зоны активного водообмена, следует опробовать откачками и наливаниями. Дальнейшему изучению подвергаются водоносные горизонты с наилучшими фильтрационными и емкостными свойствами.

Из опробуемых водоносных горизонтов должны отбираться пробы воды для химического анализа, определения скорости водообмена, а также газоносности подземных вод /9/.

Необходимо начать изучение взаимодействия вод и водосодержащих пород с подлежащими захоронению шахтными (подземными) водами, исследования других способов обезвреживания шахтных вод, а также возможности уменьшения их объема до минимального количества остатков, подлежащих захоронению.

3.4. Предварительная разведка

Предварительной разведке подвергаются только перспективные для захоронения водоносные горизонты, выявленные в результате специальных поисковых работ, а иногда и предварительной оценки. Такие исследования производятся одновременно с детальной разведкой месторождения угля.

Если район характеризуется простым геологическим строением и в его пределах выделены один–два водоносных горизонта с известными граничными условиями и при наличии в районах детально изученных аналогов, стадию предварительной разведки можно сократить или совместить с детальной разведкой.

В задачу предварительной разведки полигона захоронения входят:

– выбор наиболее перспективных водоносных горизонтов и предварительное изучение их параметров;

– оценка надежности слабопроницаемых отложений, изолирующих пласт–коллектор;

– выбор наиболее благоприятного для проведения детальной разведки участка;

– уточнение границ и граничных условий водоносных горизонтов, перспективных для захоронения шахтных вод;

– определение скорости водообмена.

Изучению подлежит территория, в пределах которой под воздействием нагнетания будут нарушены естественные гидродинамические условия (ориентировочный радиус 30–50 км).

Выбор наиболее перспективных для захоронения водоносных горизонтов производится по уточненным параметрам, полученным по результатам откачек и нагнетаний.

В процессе опытных работ с помощью геофизических исследований (ОПП – определение профиля поглощения и дебитометрии) следует изучить фильтрационную неоднородность пласта-коллектора по вертикали.

При изучении граничных условий обращается внимание не только на границы, проявляющиеся на поверхности земли, но и скрытые.

Для выяснения граничных условий изучаются крупномасштабные геологические и гидрогеологические карты, палеогеологические, палеогидрогеологические, литолого-фациальные, тектонические и другие материалы. Из полевых работ проводится геолого-гидрогеологическая съемка с использованием материалов аэрофото- и космофотосъемки в комплексе с геофизическими исследованиями (электроразведкой, гравиразведкой, сейсморазведкой) и водногелиевым опробованием.

При сложных граничных условиях проводится моделирование гидродинамических процессов, возникающих под влиянием закачки (результаты используются при детальной разведке).

В процессе предварительной разведки необходимо изучить степень гидродинамической изолированности пласта-коллектора с помощью:

– водногелиевого опробования (выявляются участки перетекания подземных вод по тектоническим нарушениям и гидрогеологическим окнам);

– геотектонического и литолого-фациального методов (для изучения геоструктурных особенностей района, литологии, текстурных и структурных характеристик слабопроницаемых пород);

– гидродинамического изучения соотношения напоров в плас-

те-коллекторе и в вышележащем горизонте (в естественных условиях, в процессе откачек и нагнетаний);

– гидрохимического метода (изучение минерализации и химического состава подземных вод смежных горизонтов для оценки направления и скорости вертикальной фильтрации в слабопроницаемых породах, состава растворов в вертикальном разрезе);

– изотопно-геохимического изучения условий и скорости водообмена подземных вод (по содержанию в подземных водах стабильных и радиоактивных изотопов);

– гидрогеотермического определения направления и скорости вертикальной фильтрации в слабопроницаемых отложениях;

– лабораторного определения фильтрационных свойств слабопроницаемых отложений в условиях, близких к пластовым, а также сорбционных свойств и коэффициентов диффузии водовмещающих и слабопроницаемых пород.

Применение указанного комплекса методов позволяет достаточно обоснованно и надежно оценить санитарную безопасность захоронения шахтных вод.

Следует продолжить изучение совместимости шахтных вод с пластовой средой.

По материалам предварительной разведки проектной организацией составляется технико-экономическое обоснование (ТЭО) или другие предпроектные материалы, подтверждающие необходимость, возможность и экономическую целесообразность строительства полигона подземного захоронения, а также санитарную безопасность его эксплуатации, включающие:

– обоснование необходимости подземного захоронения шахтных вод в сопоставлении с методами утилизации и очистки;

– определение объема и состава подлежащих захоронению вод;

– предварительный расчет повышения пластового давления в нагнетательных скважинах при закачке шахтных вод и их распространения в водоносных горизонтах-коллекторах;

– обоснование необходимости подготовки шахтных вод к захоронению и выбор способов и схемы сооружений различного назначения, состав основных сооружений и их местоположение, конструкции скважин.

Для обоснования детальной разведки полигона захоронения в предпроектных материалах также должны быть рассмотрены во-

просы, связанные со строительной частью проекта (обоснование трассы водовода, затраты на строительство водовода и др.).

По предпроектным материалам и результатам предварительной разведки на основании согласования с природоохранными органами государственного надзора, а также предварительного согласования возможности земельного отвода для строительства полигона и трассы водовода необходимо получать заключения в республиканских органах санэпидслужбы о возможности проектирования и строительства полигона. Согласование осуществляется в соответствии с Положением об охране подземных вод /42/.

Предварительная разведка полигона захоронения и выполненные по ее результатам предпроектные разработки должны быть закончены ко времени завершения детальной разведки шахтного поля. Материалы по ним представляются на утверждение ГКЗ СССР одновременно с ТЭО кондиций.

3.5. Детальная разведка

Детальная разведка производится по согласованию с Министерством угольной промышленности СССР и в увязке со сроками промышленного освоения шахтного поля.

Детальная разведка производится после принципиального решения возможности захоронения шахтных вод, выбора горизонта-коллектора для их удаления и оценки его граничных условий; определения местоположения участка для сооружения полигона и предварительной схемы расположения нагнетательных скважин (с учетом существующих и необходимых для полигона коммуникаций, условий организации санитарно-защитных зон и т.п.).

При детальной разведке работы ведутся преимущественно на участке полигона захоронения, а при необходимости изучаются гидрогеологические условия в зоне ожидаемого распространения закачиваемых вод в пласте-коллекторе на расчетный период эксплуатации полигона. Кроме того, разведочные и опытные работы необходимо выполнять и вдоль границ водоносного горизонта для уточнения отдельных вопросов, не решенных на стадии предварительной разведки.

Ориентировочное определение размеров площади производится по формуле:

$$R = \sqrt{\frac{Qt}{\pi mn}},$$

где R – радиус площади, в пределах которой необходимо проводить детальную разведку, м; Q – суммарная средняя (за период эксплуатации) приемистость всех скважин полигона, м3/сут; t – расчетный период эксплуатации полигона, обычно принимаемый 10^4 сут; m – мощность водоносного горизонта, м; n – активная пористость.

На этой стадии необходимо уточнить с детальностью, обеспечивающей возможность проектирования полигона захоронения:

– мощность, литологический состав, емкостные и фильтрационные свойства пласта-коллектора и изменение этих свойств в разрезе и на площади (для слоистого пласта - количество проницаемых и слабопроницаемых прослоев, их мощности, коэффициенты фильтрации, пористость);

– мощности, литологический состав и фильтрационные свойства перекрывающий и подстилающих слабопроницаемых отложений;

– степень и характер взаимосвязи подземных вод пласта-коллектора со смежными водоносными горизонтами;

– направление и скорость движения подземных вод, коэффициенты диффузии, сорбции и другие параметры, необходимые для оценки скорости миграции закачиваемых вод;

– приемистость нагнетательных скважин, изменение приемистости и избыточного давления во времени по данным опытных работ, меры по поддержанию приемистости в процессе эксплуатации;

– основные параметры вышележащего "буферного" горизонта.

Все перечисленные вопросы решаются путем бурения скважин, проведения в них геофизических исследований, опытных откачек и нагнетаний (в отдельных случаях пробных эксплуатационных нагнетаний реальных или искусственных растворов), лабораторных исследований.

В процессе детальной разведки необходимо уточнить степень изолированности пласта-коллектора, а также совместимость шахтных вод с пластовыми условиями /9/.

Применение на завершающем этапе исследований моделирования процессов закачки позволяет уточнить параметры водонос-

ного горизонта, режим закачки и прогнозы распространения шахтных вод.

При качественном выполнении разведочных гидрогеологических работ обеспечивается получение надежных материалов и параметров для проектирования полигонов захоронения.

В сложных гидрогеологических условиях осуществляется длительное (1–2 года и более) опытно-промышленное нагнетание с выполнением систематических наблюдений.

При эксплуатации полигона необходимо осуществлять контроль за скоростью и дальностью продвижения сточных вод по площади поглощающего горизонта и в вертикальном его разрезе путем систематических комплексных наблюдений в специальных скважинах, оборудованных на пласт-коллектор и выше лежащие водоносные горизонты. Помимо этого необходимо вести наблюдения за гидродинамическими изменениями водоносных горизонтов, влиянием эксплуатации на окружающий ландшафт и своевременно вносить коррективы в режим эксплуатации полигона. Сооружение наблюдательной сети и производство наблюдений осуществляется предприятием-владельцем полигона. Без сооружения наблюдательных скважин полигон не может быть сдан в эксплуатацию.

3.6. Содержание отчетных материалов

3.6.1. По каждой стадии гидрогеологических исследований, связанных с захоронением шахтных вод, должен быть составлен отчет, который может входить в состав гидрогеологической части отчета о результатах разведочных на уголь работ

3.6.2. По стадии "предварительная оценка возможности захоронения шахтных вод" составляется предварительное заключение.

В заключении приводятся краткий обзор геолого-гидрогеологической изученности территории, сведения о стратиграфии, литологии, тектонике и гидрогеологических условиях района. Дается подробная оценка водоносных горизонтов, возможных коллекторов для захоронения, а также разделяющих их слабопроницаемых толщ. При наличии данных о гидрогеологических параметрах, выделенных в качестве перспективных для изучения водоносных горизонтов, на этой стадии могут быть выполнены приближенные расчеты их полезной емкости, приемистости скважин, распространения закачиваемых вод по пласту.

В заключении, в зависимости от степени изученности района, указывается стадия и состав работ дальнейших исследований.

3.6.3. Отчеты о поисках, предварительной и детальной разведке представляются по одной схеме, однако с различной детальностью излагаемого материала.

Во введении указывается назначение работ, ожидаемый объем шахтных вод, соображения или обоснования необходимости их захоронения.

В главе "Общие сведения о районе" дается физико-географический очерк, местоположение участка работ, орогидрография, характеристика поверхностных водотоков и водоемов, использование земельных угодий, населенность района, приводится геолого-гидрогеологическая изученность территории, характеристика условий хозяйственно-питьевого водоснабжения с указанием источников получения воды, эксплуатация подземных вод в других целях.

Далее освещается геологическое строение (стратиграфия, литология, тектоника, полезные ископаемые) и гидрогеологические условия района. Это описание приводится по обширному району с тем, чтобы было показано в региональном плане, в какой геолого-гидрогеологической структуре находится участок, намеченный для полигона захоронения, и были освещены общие гидрогеологические закономерности и граничные условия как в плане, так и в разрезе, обосновывающие выбор перспективного водоносного горизонта-коллектора и участка. В отдельном разделе приводятся объем и методика выполненных работ, их обоснование. Бурение, оборудование и освоение скважин, геофизические исследования, опытные работы и другие исследования.

Затем, с учетом выполненных разведочных и опытных работ, освещаются геолого-гидрогеологические условия изучаемого участка. Наиболее полно дается описание пласта-коллектора и перекрывающих (подстилающих) слабопроницаемых отложений. Подробно характеризуются распространение, условия залегания, граничные условия пласта в плане и разрезе, его гидрогеологические параметры. Описание сопровождается картами (геолого-структурной, изолиний кровли и мощности пласта-коллектора и перекрывающего слабопроницаемого слоя, пьезоизогипс, водопроводимости и др.) и геолого-гидрогеологическими разрезами.

В отдельной главе приводятся результаты разведочных работ, освещаются опытные работы – откачки, нагнетания, геофизические исследования, определение профиля поглощения (вертикальная фильтрационная неоднородность пласта-коллектора).

В этом же разделе приводятся результаты гидрогеологических наблюдений в скважинах, определяется направление и скорость возможных вертикальных перетоков через слабопроницаемые отложения. Приводятся также результаты лабораторных определений фильтрационных свойств пород.

В следующем разделе освещаются результаты лабораторных исследований качества подземных вод. Приводятся сопоставления химического состава подземных вод различных водоносных горизонтов.

Оценивается качество подземных вод пласта-коллектора как сырья для извлечения полезных компонентов (йод, бром, литий и др.). Приводятся результаты определения стабильных и радиоактивных изотопов, а также водногелиевого опробования.

В отдельном разделе дается определение гидрогеологических параметров (эффективная мощность, коэффициент фильтрации, водопроводимость, коэффициент пьезопроводности, коэффициент перетекания, активная пористость и другие миграционные параметры).

В главе "Условия захоронения шахтных вод" приводятся опытные, лабораторные и прогнозно-расчетные данные, обосновывающие возможность захоронения шахтных вод.

Приводятся расчетные (усредненные) гидрогеологические параметры, расчетные схемы природных условий и нагнетательных (разгрузочных) скважин. Производится расчет избыточного давления при закачке проектного объема шахтных вод на отдельные периоды эксплуатации полигона и на конец расчетного периода как в нагнетательных скважинах, так и на площади влияния полигона. Приводится расчет распространения шахтных вод в пласте-коллекторе.

Оценивается санитарная безопасность захоронения с использованием различных методов (литолого-стратиграфического, геологоструктурного, гидродинамического, гидрохимического, изотопного, гидрогеотермического, гелиеметрического и др.). Производится оценка перетекания сточных вод через слабопроницаемые перекрытия или отжатия сильноминерализованных пластовых вод коллектора в вышележащие водоносные горизонты.

Такая оценка обычно проводится моделированием процесса закачки.

Приводятся результаты физико-химических исследований по совместимости шахтных вод с пластовой средой и рекомендуются мероприятия по подготовке шахтных вод к захоронению.

Даются рекомендации по оборудованию и освоению нагнетательных скважин и мероприятия по их профилактическому ремонту и поддержанию приемистости.

При применении разгрузочных скважин, например, при создании оборотной системы захоронения шахтных вод, приводится гидродинамический расчет системы скважин нагнетательных и разгрузочных, а также рекомендации по удалению или использованию откачиваемой пластовой воды.

Приводятся рекомендации по организации сети наблюдательных скважин, а также состав, методы и сроки проведения наблюдений.

В сложных случаях, когда проводится моделирование процесса захоронения на аналоговых или цифровых электронных машинах, дается теоретическое обоснование принятого метода моделирования, заданных граничных условий, простирания модели водоносного горизонта и др.

В заключении приводятся основные выводы о степени изученности полигона подземного захоронения, о режиме его эксплуатации, сопоставления с другими методами ликвидации шахтных вод – экономичными с точки зрения охраны окружающей среды. Приводятся соображения о необходимости и направлении дальнейших исследований.

Текст отчета сопровождается табличными, текстовыми и графическими приложениями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов С.К., Газизов М.С., Костенко В.И. Защита карьеров от воды. – М.: Недра, 1976, 229 с.

2. Абрамов С.К., Скиргелло О.Б. Осушение шахтных и карьерных полей. – М.: Недра, 1968, 251 с.

3. Башкатов Д.Н., Роговой В.Л. Бурение скважин на воду. – М.: Колос, 1976, 201 с.

4. Безопасная выемка угля под водными объектами / Б.Я.Гвирцман, Н.Н.Кашнельсон, Е.В.Бошенятов и др. – М.:Недра, 1977, 195 с.

5. Боревский Б.В., Самсонов Б.Г., Язвин С.Л. Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек. – М.: Недра, 1979, 32[illegible] с.

6. Вода хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения (ГОСТ 4979-49).

7. Временные требования к подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов в рудах и других видах минерального сырья. – В кн.: Инструкция о содержании, оформлении и порядке представления в Государственную комиссию по запасам полезных ископаемых при Совете Министров СССР и территориальные комиссии по запасам полезных ископаемых материалов по подсчету запасов металлических и неметаллических полезных ископаемых. – М.: Недра, 1976, с.27-39.

8. Гидрогеологические исследования в горном деле. / В.А.Мироненко, Ю.А.Норватов, Л.И.Сердюков и др. – М.: Недра, 1976, 352 с.

9. Гидрогеологические исследования для захоронения промышленных сточных вод в глубокие водоносные горизонты (методические указания) / Под редакцией К.И.Антоненко и Е.Г.Чаповского. – М.: Недра, 1976, 311 с.

10. Горшков В.А. Очистка и использование сточных вод предприятий угольной промышленности. – М.: Недра, 1981, 268 с.

11. Жернов И.Е., Шестаков В.М. Моделирование фильтрации подземных вод. – М.: Недра, 1971, 224 с.

12. Единые правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом. – М.: Недра, 1977, 97 с.

13. Изучение гидрогеологических и инженерно-геологических

условий при разведке и освоении месторождений твердых полезных ископаемых (методическое руководство) / В.Д.Бабушкин, Д.И.Пересунько, С.П.Прохоров, Г.Г.Скворцов. – М.: Недра,1969, 408 с.

14. Инструкция о содержании, оформлении и порядке представления в Государственную комиссию по запасам полезных ископаемых при Совете Министров СССР и территориальные комиссии по запасам полезных ископаемых Министерства геологии СССР материалов по подсчету эксплуатационных запасов пресных подземных вод / ГКЗ СССР. – М.: 1978, 40 с.

15. Инструкция о содержании, оформлении и порядке представления в Государственную комиссию по запасам полезных ископаемых при Совете Министров СССР (ГКЗ СССР) и территориальные комиссии по запасам полезных ископаемых (ТКЗ) Министерства геологии СССР м териалов по подсчету запасов углей и горючих сланцев / ГКЗ СССР. – М.: 1981, 48 с.

16. Инструкция по изучению газоносности пород и углей испытателем пластов МИГ–65К. (Руководящий нормативный документ. РД 41 УССР 8–73–82). / ПГО Донбассгеология. – Артемовск: 1983, 183 с.

17. Инструкция по изучению токсичных компонентов при разведке угольных и сланцевых месторождений / АН СССР, Мингео СССР, – М.: 1982, 84 с.

18. Инструкция по объемам и требованиям к геологическим работам на строящихся и реконструируемых шахтах и разрезах. /Минуглепром СССР. – М.: 1979, 24 с.

19. Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям углей и горючих сланцев / ГКЗ СССР. – М.: Недра, 1983, 47 с.

20. Инструкция по применению классификации эксплуатационных запасов подземных вод к месторождениям пресных вод / ГКЗ СССР. – М.: 1978, 73 с.

21. Инструкция по проведению опытно–фильтрационных работ при разведке угольных месторождений / Минуглепром СССР. ВНИМИ. – Л.: 1977, 37 с.

22. Кац Д.М., Шестаков В.М. Мелиоративная гидрогеология. – М.: Изд–во Московск.ун–та, 1981, 295 с.

23. Керкис С.Е. Методы изучения фильтрационных свойств горных пород. – Л.: Недра, 1975, 231 с.

24. Климентов П.П., Кононов В.М. Методика гидрогеологических исследований. – М.: Высшая школа, 1978, 408 с.

25. Методика разведки угольных месторождений Донецкого бассейна / Под ред.Ю.В.Бушика. – М.: Недра, 1972, 338 с.

26. Методика разведки угольных месторождений Кузнецкого бассейна. / Под ред.Э.М.Сендерзона. – Кемеров : Кемеровское кн.изд-во, 1978 235 с.

27. Методика поисков и разведки угольных месторождений Печорского бассейна. / Под ред.И.И.Молчанова. – М.: Недра, 1981, 260 с.

28. Методические рекомендации по изучению условий формирования и прогнозирования притоков воды в очистные выработки при выемке угольных пластов лавами по падению /М.С.Газизов, А.Г.Скворцов / ИГД им.Скочинского. – М.: 1981, 44с.

29. Методические рекомендации по каротажу гидрогеологических скважин. / М.М.Гершанович, Г.Я. Черняк, И.Т.Гаврилов и др. – М.: Недра, 1972, 172 с.

30. Методическое руководство по инженерно-геокриологическим и гидрогеологическим работам при разведке рудных месторождений на Крайнем Севере / П.Ф.Швецов, И.Г.Еробов, Л.Н.Крищук и др. – М.: Недра 1972, 207 с.

31. Методическое руководство по производству гидрогеологической съемки в масштабах 1:50000 и 1:25000 / Под ред. В.Н.Попова. – М.: Госгеолтеиздат, 1962, 371 с.

32. Методические указания о порядке проведения геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые по стадиям / Мингео СССР, 1984, 21 с.

33. Методические указания по изучению и прогнозированию гидрогеологических условий при разведке угольных месторождений Донецкого бассейна./ Под ред.Н.И.Беседы. / ДО ИМР Мингео УССР. – Днепропетровск: 1979, 89 с.

34. Методические указания по натурному определению высоты зоны водопроводящих трещин в конкретных горно-геологических условиях / ВНИМИ. – Л.: 1973, 32 с.

35. Методы геофизики в гидрогеологии и инженерной геологии. / В.С.Матвеев, Л.С.Язвин, Г.Я. [illegible]як и др. – М.: Недра, 1972, 295 с.

36. Мироненко В.А., Румынин В.Г., Учаев В.К. Охрана под-

земных вод в горнодобывающих районах (опыт гидрогеологических исследований). – Л.: Недра, 1980, 320 с.

37. Мироненко В.А., Сердюхов Л.А., Норватов Ю.А. Методические указания по определению гидрогеологических параметров при разведке и освоении угольных месторождений / ВНИМИ, – Л.: 1979, 137 с.

38. Мироненко В.А., Шестаков В.М. Теория и методы интерпретации опытно-фильтрационных работ. – М.: Недра, 1978, 325 с.

39. Опытно-фильтрационные работы / Под ред. В.М.Шестакова и Д.Н. Башкатова. – М.: Недра, 1974, 201 с.

40. Пересунько Д.Н. Изучение режима шахтных (рудничных) и подземных вод на месторождениях полезных ископаемых. Методические указания. –М.: Недра, 1968, 80 с.

41. Почвенные геокриологические (мерзлотные) исследования. - М.: Изд-во АН СССР, 1961, 423 с.

42. Положение об охране подземных вод. / Мингео СССР. – М.: 1984, 22 с.

43. Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах./ Минуглепром СССР. – М.: Недра, 1976, 400 с.

44. Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами. / Минводхоз СССР. Минздрав СССР. Минрыбхоз СССР. – М.: 1975, 30 с.

45. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях. / Минуглепром СССР. – М.: Недра, 1981, 288 с.

46. Правила санитарной охраны прибрежных вод морей. – В кн.: Охрана окружающей среды./ Минздрав СССР. – Л.: Судостроение, 1978, с.222–228.

47. Правила технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт / Минуглепром СССР. – М.: Недра, 1976, 303 с.

48. Прогнозирование притоков воды в горные выработки шахт Донбасса (методические рекомендации) / Я.И.Зарубинский, Ю.Г Азенко, А.Б.Минаева и др. / ДонбассНИИ.Мингео СССР.– Ростов-на-Дону: 1975, 25 с.

49. Руководство по дренированию карьерных полей. Разделы 1–П. / В.А.Мироненко, Г.Л.Фисенко, Ю.А.Норватов, И.Е.Жернов и др. / ВНИМИ. – Л.: 1968, 212 с.

50. Руководство по дренированию карьерных полей. Разделы Ш–1У. / В.А.Мироненко, И.Е.Жернов, Ю.А.Норватов, Л.Л.Бокий и др./ ВНИМИ, – Л.: 1968, 170 с.

51. Руководство к проведению инженерно–гидрогеологических исследований для обоснования проектирования проходки шахтных стволов специальными способами / Минмонтажспецстрой СССР/. ЦБНТИ. – М.: 1969, 23 с.

52. Справочник по маркшейдерскому делу / Под ред. А.Н.Омельченко, 4–е изд. – М.: Недра, 1979, 576с.

53. Строительные нормы и правила. Ч.П. Нормы проектирования. Гл. 32. Канализация, Наружные сети и сооружения / СНиП П–32–74. – М.: Стройиздат, 1975 88 с.

54. Строительные нормы и правила Ч.Ш. Правила производства и приемки работ. Гл.11. Подземные горные выработки / СНиП Ш–11–77. – М.: Стройиздат, 1978, 36 с.

55. Строительные нормы и правила. Ч.П. Нормы проектирования. Гл.28. Защита строительных конструкций от коррозии / СНиП П–28–73.– М.: Стройиздат, 1980, 45 с.

56. Справочное руководство гидрогеолога / Под ред.В.М.Максимова. 3–е изд. В 2–х т. – Л.: Недра, 1979, т.1, 512 с., т.2, 295 с.

57. Сыроватко М.В. Гидрогеология и инженерная геология при освоении угольных месторождений. – М.: Госгортехиздат, 1960, 488 с.

58. Требования к гидрогеологическим исследованиям на месторождениях, осваиваемых открытым способом. Разделы У–У1 (руководство по дренированию карьерных полей). / В.А.Мироненко, Г.Л.Фисенко, А.Н.Рюмин, Л.И.Сердюков и др. / ВНИМИ. – Л.: 1970, 173 с.

59. Основы законодательства Союза ССР и союзных республик о недрах. – В кн.: Сборник нормативных актов по охране природы. – М.: 1978, с. 166.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ 3
1. ЗАДАЧИ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОЦЕНКА УСЛОВИЙ РАЗРАБОТКИ 5
1.1. Общие положения 5
1.2. Типизация угольных месторождений по условиям обводнения горных выработок 7
1.3. Сложность гидрогеологических условий 16
2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ.... 17
2.1. Общие положения 17
2.2. Виды и методы гидрогеологических исследований .. 19
2.3. Поиски 24
2.4. Предварительная разведка 25
2.5. Детальная разведка 32
2.6. Доразведка 40
2.7. Эксплуатационная разведка 41
2.8. Изучение условий проходки шахтных стволов и разрезных траншей 42
3. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЗРАБОТКИ 44
3.1. Методы прогнозирования водопритоков и области их применения 44
3.2. Прогнозирование водопритоков при подземной разработке 46
3.3. Прогнозирование водопритоков при открытой разработке 48
3.4. Прогнозирование химического состава и агрессивных свойств шахтных (карьерных) вод 48
3.5. Обоснование рекомендаций по защите шахт и разрезов от воды..... 49
4. ИЗУЧЕНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПО ДАННЫМ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ..... 50
4.1. Общие положения 50
4.2. Исследование влияния будущих горно-эксплуатационных работ на окружающую среду. Использование и отведение шахтных (карьерных) вод 51

4.3. Прогнозирование изменений гидрогеологических и гидрологических условий под влиянием горно-эксплуатационных работ 54
4.4. Рекомендации по охране природы 55
5.СОДЕРЖАНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ОТЧЕТА 56
5.1. Общие положения 56
5.2. Отчет о поисковых работах 57
5.3. Отчет о предварительной разведке 57
5.4. Отчет о детальной разведке 58
5.5. Отчет о доразведке 63
5.6. Заключение о результатах эксплуатационной разведки 63
5.7. Заключение о результатах бурения и опробования контрольных скважин под стволы шахт и разрезные траншеи 64
Приложение 1. Прогнозирование общих притоков воды в шахты и разрезы 65
Приложение 2. Прогнозирование гидрогеологических условий подземной разработки угольных пластов вблизи водных объектов 82
Приложение 3. Прогнозирование притоков воды в горные выработки из зон тектонических нарушений 88
Приложение 4. Прогнозирование притоков воды в очистные выработки 92
Приложение 5. Прогнозирование притоков воды в стволы шахт и разрезные траншеи при их проходке 100
Приложение 6. Прогнозирование химического состава и агрессивных свойств шахтных (карьерных) вод 106
Приложение 7. Методика составления прогнозных карт обводненности горных выработок при подземной разработке угольных месторождений 112
Приложение 8. Гидрогеологические исследования для оценки возможности подземного захоронения шахтных вод и обоснования проектирования полигонов захоронения 116
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 131

ИНСТРУКЦИЯ
ПО ИЗУЧЕНИЮ И ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПРИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТАХ

Формат бумаги 60x90 1/16

Печ.л.6,0 Тираж 1000 Заказ 92-85 Цена 30 коп.

Отпечатано на ротапринте ВНИГРИуголь

Ростов-на-Дону, пр.Стачки, 200/1

gost.e-ecolog.ru