

УДК 622.257.1

П.Н. Должиков, С.Г. Страданченко, А.А. Шубин

**ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ТАМПОНАЖУ
И ЗАКЛАДКЕ ПОДЗЕМНЫХ ПУСТОТ**

Семинар № 3

Уплотнение скальных трещиноватых, и в том числе закарстованных, пород может выполняться многими, весьма разнообразными способами, к которым относятся: цементация, глинизация, битумизация, силикатизация, а также замораживание. Иногда эти способы комбинируются. Каждый из способов имеет свои особенности и область применения, зависящую главным образом от природных факторов. Изучение этих факторов необходимо для выбора наиболее эффективного способа уплотнения как в техническом отношении (снижение водопроницаемости и повышение прочности пород), так и в экономическом (дешевизна, скорость и простота производства работ, дефицитность ингредиентов и т.п.).

Одним из наиболее эффективных способов, используемых в сложных горногеологических условиях, на разных этапах функционирования предприятия является тампонаж на основе глиноцементных растворов, проводимый по *комплексному методу* [1]. Разработанный учеными научной школы ГОАО "Спецтампонажгеология" под руководством доктора технических наук, профессора Э. Я. Кипко, он успешно применяется как для борьбы с водопритоками, так и для заполнения подземных пустот в период ликвидации выработок и закрытия шахт. Комплексный метод тампонажа предусматривает использование новейших достижений науки и техники в области проведения гидродинамических исследований водоносных горизонтов, проведение инженерно-

го расчета всего процесса тампонажа, применение экологически чистых и дешевых глиноцементных тампонажных растворов с различными реагентами – структурообразователями.

При *тампонаже с поверхности земли* работы выполняют в следующей последовательности. Вначале маркшейдер переносит проекции места заполнения и оси горной выработки на земную поверхность. Далее намечают точки для заложения тампонажных скважин, после чего подводят к ним электроэнергию и воду, затем устанавливают буровое оборудование и одновременно завозят необходимые для бурения материалы. Оборудование (при цементации и комплексном методе тампонажа – цементационное) устанавливают в процессе бурения тампонажных скважин. После установки бурового станка им сначала бурят скважину под кондуктор, затем производят ее обсадку трубами и тампонаж затрубного пространства, по окончании которого ведут бурение тампонажной скважины до конечной глубины.

Нагнетание в скважины тампонажного раствора выполняется без перерыва до закачки всего проектного объема или до прекращения его поглощения скважиной при нагнетании тампонажного раствора в объеме меньше проектного. Схема приготовления и нагнетания тампонажного раствора в буровую скважину при ликвидации внезапного прорыва воды в горную выработку показана на рис. 1.

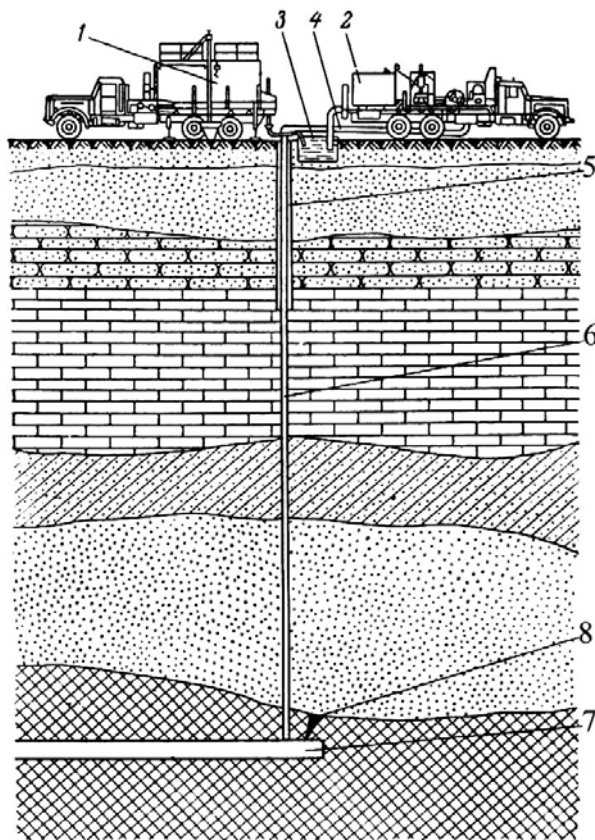


Рис. 1. Схема нагнетания тампонажного раствора в скважину: 1 – смесительная машина; 2 – цементационный агрегат; 3 – емкость для цементного раствора; 4 – нагнетательный трубопровод; 5 – направляющая обсадная труба; 6 – тампонажная скважина; 7 – горная выработка; 8 – место прорыва воды

этим двумя свойствами все-

гда должна существовать если и не полная, то достаточно очевидная связь; однако это далеко не всегда так. Главные причины следующие:

а) различие в размерах и прочих свойствах трещин, вследствие чего одна и та же водопроницаемость (удельное водопоглощение) может быть обусловлена и небольшим числом крупных трещин и множеством тонких;

б) различная проницаемость (вязкость, густота) цементного раствора;

в) не идентичность технологии инъекционных работ, методики опытных нагнетаний (разные напоры и продолжительность опытов) и техники бурения (кольматаж буровым шламом).

Для оценки эффективности уплотнения пород тем или иным способом очень важны визуальные наблюдения за прониканием уплотняющего вещества в породу, осуществляемые в смотровых скважинах-шахтах, шурфах и при проходке строительного котлована. Наиболее характерные формы проникания цементного раствора показаны на рис. 2.

Интересно, что этот раствор, уплотняя глинистый заполнитель, отжимал его от стенок трещин и каверн, образуя при этом корочки цементного камня. Очень часто цементный раствор проникал и внутрь

Главными геологическими и гидрогеологическими факторами, влияющими на условия уплотнения трещиноватых и закарстованных пород, являются:

а) особенности трещиноватости (размеры, характер распределения и взаимосвязи, извилистость, выдержанность простирания, шероховатость стенок трещин и т.п.);

б) состав, состояние и количество заполнителя;

в) действительные скорости движения подземных вод, их химический состав и температура.

Поскольку искусственное уплотнение и естественная водопроницаемость скальных пород зависят от степени и характера трещиноватости, а также особенностей заполнения трещин, казалось бы, между

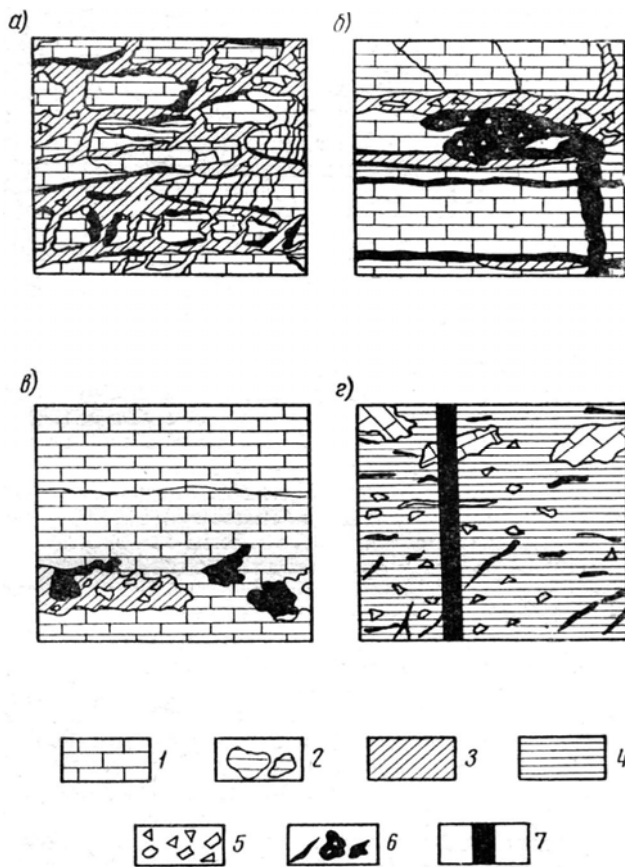


Рис. 2. Типичные примеры проникновения цементного раствора в различные породы:

а — элювий; б — трещины; в — каверны; г — глины; 1 — известняк; 2 — элювий известняка; 3 — суглинистый заполнитель трещин и каверн; 4 — глина; 5 — щебень известняка; 6 — цементный камень; 7 — зацементированный ствол скважины

путем бурения скважин большого диаметра (600—1220 мм).

Такие завесы применяют в случае очень сильной закарстованности пород с заполнением карстовых полостей суффозионно-неустойчивым рыхлым грунтом, препятствующим выполнению обычной цементации. Кроме противодиффузионного назначения, такие завесы-стенки иногда используют в качестве фундаментов.

При ликвидации крупных и катастрофических прорывов воды в горные выработки при

затоплении последних применяют *подводное бетонирование*. К нему приступают только после полного затопления горных выработок и прекращения по ним циркуляции воды. В противном случае не гарантируется необходимого качества сооружения подводной водонепроницаемой перемычки. В отличие от обычной, ее сооружают в более тяжелых условиях, под водой в затопленных выработках по буровым скважинам с поверхности земли (рис. 3). Конструкции скважин отличаются простотой и зависят от расположения перемычек, формы поперечного сечения горных выработок и технологии производства работ по их сооружению.

Подводный бетон, применяемый для сооружения подводных перемычек, должен гарантировать успешную ликвидацию

рыхлого глинистого заполнителя, по-видимому, по трещинам в нем.

Контроль качества строительного уплотнения пород должен рассматриваться как своеобразный метод инженерно-геологических исследований. Основная, т. е. массовая проверка уплотнения выполняется бурением и гидравлическим опробованием (зонные нагнетания и откачки) скважин малого диаметра. Однако этот способ нельзя считать достаточным; он должен обязательно дополняться опорными смотровыми скважинами или шурфами, позволяющими производить осмотр уплотненной породы, определять прочность уплотнителя, характер его распределения в породе и т. п.

Своеобразным типом завес являются *подземные стенки*, сооруженные из сопрягающихся бетонных свай, устроенных

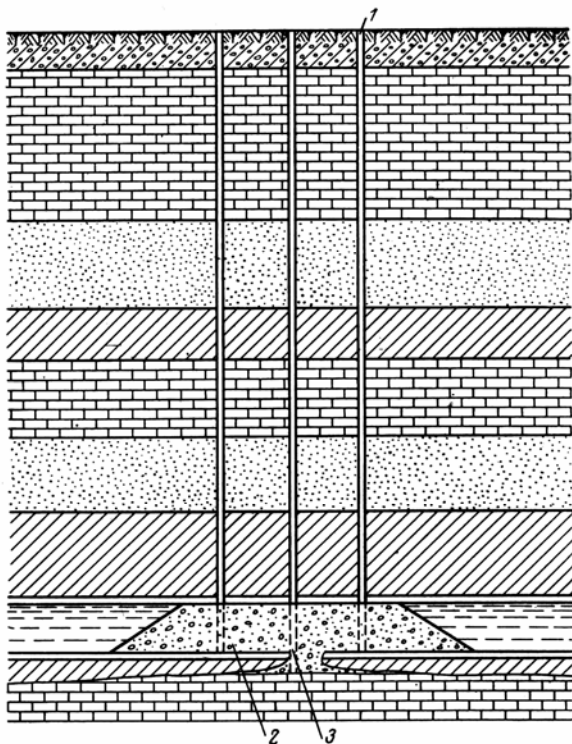


Рис. 3. Схема сооружения водонепроницаемой перемычки с помощью подводного бетонирования: 1 — буровые скважины; 2 — подводные перемычки; 3 — место прорыва воды

аварий — внезапных прорывов воды в горные выработки, в связи с чем к его подбору должны предъявляться более жесткие требования по сравнению с обычными бетонами, укладываемыми насухо. Необходимость более жестких требований к подводным бетонам также вызывается более тяжелыми условиями укладки и твердения бетонов под водой, невозможностью контроля процесса укладки и твердения бетона непосредственно под водой и меньшей прочностью подводного бетона по сравнению с обычным бетоном того же состава, укладываемым насухо.

В результате лабораторных и экспериментальных исследований установлено, что подводные бетоны по сравнению с обычными бетонами, укладываемыми насухо, того же состава обладают большей плотностью и водонепроницаемостью и вместе с тем меньшей прочностью.

Для закрытия притоков воды из прорывов в затопленные горные выработки могут применяться следующие способы подводного бетонирования: укладка готового бетона с поверхности земли под воду с помощью вертикально перемещающихся труб; раздельная укладка с поверхности под воду по трубам сначала гравия, а затем заполнение в нем пустот восходящим цементным раствором.

Обычным недостатком работ по ликвидации пустот является то, что выполнение их не приспособливается должным образом к особенностям

инженерно-геологических условий, не корректируется на ходу в соответствии с результатами контрольных исследований, о которых только что указывалось. Вместо того чтобы последовательно и полностью обрабатывать завесу отдельными звеньями длиной по 15—20 м, проверяя качество уплотнения каждого звена и уточняя по этим данным технологию производственного процесса, в настоящее время господствует соблюдение чисто экономических интересов в ущерб технологическим. Работы по устройству завес выполняются сразу на участках, протяженностью в несколько десятков, а иногда и сотен метров, причем сначала на них выполняется вся первая очередь уплотнения, затем вся вторая и т.д. При таком способе производства работ о попутном уточнении их качества не может быть и речи. К этому можно добавить, что гидравлическое опробование контрольных скважин выполняется очень

примитивно, вследствие чего его результаты часто несопоставимы с данными предыдущих исследований.

В заключение необходимо отметить, что решающая оценка качества противофильтрационных мероприятий и, в частности, завес может быть представлена

только по данным наблюдений за пьезометрическими скважинами, характеризующим как работу самой завесы — по перепаду уровней на ней, так и общий режим фильтрационного потока в области обходной фильтрации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Комплексный метод тампонажа при строительстве шахт* / Э.Я. Кипко, Ю.А. Полозов, О.Ю. Лушников и др. – М.: Недра, 1984. – 280 с.

Коротко об авторах

Должиков П.Н. – доктор технических наук, профессор, Донбасский горно-металлургический институт, г. Алчевск, Украина,

Страданченко С.Г. – доктор технических наук, доцент,

Шубин А.А. – кандидат технических наук, доцент,

Шахтинский институт Южно-Российского государственного технического университета (НПИ).

ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

| Автор | Название работы | Специальность | Ученая степень |
|--|--|---------------|----------------|
| МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ | | | |
| ЗУБКОВ Виктор Васильевич | Разработка методов математического моделирования напряженного состояния массива горных пород для выделения опасных зон при отработке пластовых месторождений | 25.00.20 | д.т.н. |
| ХАРЧЕНКО Алексей Викторович | Эколого-экономическое обоснование использования подземного пространства для развития городской транспортной инфраструктуры | 08.00.05 | д.э.н. |
| ШЕВЫРЕВ Юрий Вадимович | Обоснование и повышение энергетических показателей регулируемых электроприводов буровых установок | 05.09.03 | д.т.н. |



