

УДК 622.013

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАГНЕЗИАЛЬНЫХ  
ТАМПОНАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ОСВОЕНИИ НЕДР  
ПОДЗЕМНЫМИ ГОРНЫМИ ВЫРАБОТКАМИ**

*Г.М. Толкачев, А.С. Козлов, А.М. Шилов, А.В. Анисимова*

Приведены особенности освоения месторождений водорастворимых солей. Предлагается использование магнезиальных тампонажных материалов.

*Ключевые слова:* магнезиальный цемент; подземная горная выработка; водорастворимые соли; затопление соляных рудников.

---

**PROSPECTS OF USE OF THE MAGNESIAN  
PLUGGING MATERIALS FOR RESOURCES  
DEVELOPMENT BY MINE WORKINGS**

*G.M. Tolkachev, A.S. Kozlov, A.M. Shilov, A.V. Anisimova*

It is given characteristics of a development of water-soluble salts' deposits. It is offered use of magnesian plugging materials.

*Keywords:* magnesian cement; mine working; water-soluble salts; flooding of salt mines.

В связи с увеличением объемов добычи различных видов полезных ископаемых и усложнением горно-геологических и технико-технологических условий их разработки, а также принимая во внимание тот факт, что большинство природных ресурсов относятся к невозобновляемым, особое внимание должно уделяться задачам рационального недропользования, решение которых в немалой степени будет зависеть от правильности принимаемых технико-технологических мер по обеспечению качества, надёжности и безопасности выполняемых горных работ.

Особенностью освоения месторождений водорастворимых солей подземными горными выработками является опасность проникновения в рудники пресной воды и пластовых вод. Это может приводить к интенсивному растворению соляных пород и к неизбежной гибели рудников, а также к безвозвратной потере балансовых запасов полезного ископаемого [1].

Одной из основных причин гибели рудников является негерметичность крепи горных выработок, соединяющих разрабатываемые продуктивные горизонты с дневной поверхностью.

Опасность затопления рудников вследствие нарушения герметичности водозащитных толщ вертикальными горными выработками определяет выбор особых способов их проходки и крепления, а также последующей разработки месторождений водорастворимых солей. Так, для предотвращения возникновения любой связи соляной толщи с флюидами недр предусматривается целый комплекс охранных мер. Особую сложность среди этих мер представляют инженерно-технические задачи, связанные с выбором специальных тампонажных составов, целью которых является формирование надёжной крепи горных выработок, изолирующей соляную толщу от флюидосодержащих горизонтов.

В настоящее время для этих целей практически повсеместно применяют тампонажные материалы на основе портландцемента. Однако далеко не всегда с их использованием удастся успешно решить поставленные задачи. В первую очередь это связано с тем, что цементный камень, полученный на основе традиционно используемого тампонажного портландцемента, затворенного как на пресной воде, так и на насыщенном водном растворе хлорида натрия, не может образовывать адгезионной связи

с водорастворимыми солями и формировать на границе с ними флюидонепроницаемый контакт.

Получение достаточно прочных связей между цементным камнем и соляными породами возможно только лишь в случае химического подобия или родства солей и применяемых материалов [2]. Известно, что магнезиальные цементы, представляющие собой продукт химической реакции взаимодействия оксида магния ( $MgO$ ) с водным раствором хлорида магния ( $MgCl_2$ ) при затвердевании на контакте с водорастворимыми природными солями: галитом, карналлитом, бишофитом и сильвинитом, формируют цементный камень, образующий прочную на кристаллохимическом уровне связь. Помимо этого, магнезиальные цементы характеризуются и высокой стойкостью в контакте с водными растворами этих солей.

Впервые об использовании нетрадиционных для нефтяной промышленности магнезиальных цементов для тампонажных работ упоминается при изоляции камеры в каменной соли перемычкой длиной 67 м от притока хлормagneиевого рассола на соляном штоке Гедвигсбург в 1899 г.

В 1923 г. на руднике “Бисмарксгаль-Бишоффероде” нагнетанием магнезиального цемента были изолированы притоки рассола из незначительных неплотностей в теле ранее установленной перемычки, что обеспечило возможность дальнейшей эксплуатации рудника [1].

В СССР до 1975 г. магнезиальные цементы использовались при ликвидационном тампонаже геологоразведочных скважин на Верхнекамском и Эльтонском месторождениях калийно-магниевого солей [3, 4]. Но ввиду отсутствия в отечественной промышленности целевого производства вяжущей основы магнезиального цемента, а также недостаточной изученности их физико-химических свойств, разработанные составы магнезиальных тампонажных материалов не нашли широкого применения.

Наиболее успешно задача изоляции соляной толщи от флюидосодержащих пластов решена в Пермском политехническом институте (ныне Пермский национальный исследовательский политехнический университет) при разработке технологических средств строительства глубоких скважин для безопасного освоения месторождений нефти и газа, территориально совмещенных с Верхнекамским месторождением калийно-магниевого солей, и месторождений углеводородов Восточной Сибири, где в геологическом разрезе присутствуют пакки каменной соли значительной толщины и пропластки хлормagneиевых солей [5, 6]. Высокое качество разобщения горных пород в разрезе этих скважин достигнуто применением специальных

составов магнезиальных тампонажных материалов, тампонажный раствор которых характеризуется низкими реологическими характеристиками, высокой седиментационной стабильностью, нулевым водоотделением и технологически необходимым временем загустевания и сроками схватывания. Цементный камень магнезиальных тампонажных материалов характеризуется высокой прочностью, коррозиестойкостью, объемным расширением, флюидонепроницаемостью, способностью формировать плотный флюидонепроницаемый контакт с обсадной колонной и горными породами стенок скважины, в т.ч. с солями.

Указанные преимущества раствора-камня МТМ дают основание утверждать, что высококачественное проведение с их использованием различного рода цементировочных работ в горных выработках на площадях, в разрезах которых присутствуют водорастворимые соли, обеспечит требуемую надежность защиты соляной толщи от флюидов недр.

При освоении подземными горными выработками месторождений водорастворимых солей составы МТМ могут быть оптимизированы для успешного решения следующих инженерно-технических задач:

1. Ликвидации выполнивших свое назначение поисковых, разведочных, опережающих и замораживающих скважин. Как уже говорилось, обычно используемые портландцементные тампонажные материалы не обеспечивают требуемую надежность ликвидационного тампонирующего, поэтому нужно принимать дополнительные меры по обеспечению сохранности залежей: оставлять охранные целики большого диаметра – на ВКМКС они составляют от 150 до 240 м, существенно увеличивая потери промышленных запасов руд в недрах.

- Использование МТМ при разведке Непского месторождения калийных солей позволило осуществить подготовку промышленных запасов калийных руд на качественно новом уровне, что в дальнейшем позволит обеспечить разработку этого месторождения с более высоким коэффициентом извлечения полезного ископаемого за счет сокращения размеров охранных целиков около геологоразведочных скважин или даже полного отказа от них. Эти результаты позволяют рекомендовать усовершенствованный расширяющийся состав МФТМ для ликвидационного тампонирующего скважин различного назначения на месторождениях водорастворимых солей.

2. Цементирование обсадных колонн в замораживающих и наблюдательных скважинах на месторождениях, в разрезах которых присутствуют соли.

3. Цементирование затюбингового пространства при креплении шахтных стволов и их ремонтах.

4. Сооружение гидроизолирующих перемычек в горных выработках соляных рудников с целью исключения прорыва подземных вод в выработанное пространство.

Строившиеся ранее на калийных рудниках гидроизолирующие перемычки конструктивно представляют собой сооружения, состоящие из металлической трубы-лаза, размещенной вдоль оси горной выработки, и водонепроницаемой бетонной “рубашки”, по композиционному составу преимущественно состоящей из портландцемента тампонажного, размещаемой в кольцевом пространстве между поверхностью горной выработки и наружной поверхностью трубы-лаза. Используемые для сооружения бетонной “рубашки” тампонажные составы формируют усадочный цементный камень (ИК), что в большинстве случаев предопределяет негерметичность поверхности контакта горной породы (соли) с бетонной рубашкой. Кроме того, известно, что при формировании ЦК в большом объеме (толщина бетонной рубашки составляет до 3 м) одноразовое заполнение, т. е. безразрывное во времени, этого объема при такой толщине, исчисляемого сотнями кубометров, тампонажным раствором приводит к интенсивному разогреву реакционной массы вследствие гидратации вяжущей компоненты и его затвердевания. Результатом этого является образование сети трещин практически во всем объеме формирующегося цементного камня. Радикальным средством существенного повышения надежности и гидроизолирующей характеристики перемычек в горных выработках калийных рудников является применение для сооружения бетонной “рубашки” тампонажного материала на основе магнезиального вяжущего, тампонажный раствор которого обладает низкими реологическими характеристиками, придающих ему способность легко проникать в заполненные пластовыми водами поры и трещины. Также важно реализовать конструкцию перемычки, в которой толщина бетонной “рубашки” сокращена до минимально возможной толщины, определяемую путём расчётов, это позволит эффективно снизить температуру реакции гидратации вяжущей компоненты и избежать негативных последствий этого процесса, связанных с нарушением герметичности сооруженной перемычки.

5. Закладка выработанного пространства рудников отверждаемыми смесями. Известную сложность при разработке калийных рудников представляет решение проблемы ликвидации твердых отходов калийного производства, основную долю которых составляет каменная соль (галитовые отвалы) и твердая фаза глинисто-карбонатных шламов обогатительных фабрик.

Используемый в настоящее время закладочный материал со временем уплотняется, при этом

верхняя часть камер остаётся незаполненной. Такая закладка не обладает необходимой несущей способностью.

Разработка закладочного материала на основе галитовых отходов и отходов калийного производства с добавлением магнезиального вяжущего и технологии его размещения, позволяет создать реальную основу для скорейшего внедрения в производство радикальных методов ликвидации основных источников загрязнения почв, поверхностных и подземных вод, а также создать предпосылки к внедрению прогрессивных систем разработки калийно-магниевого залежей с более высоким коэффициентом извлечения руд из недр.

6. Крепление стенок горизонтальных горных выработок, склонных к обрушению. Использование магнезиальных цементов при освоении недр подземными горными выработками в отложениях солей позволит решить проблему рационального недропользования за счет повышения качества проводимых тампонажных работ, а также снизить риски в области экологической и промышленной безопасности горнодобывающих предприятий.

#### Литература

1. Шиман М.И. Предотвращение затопления калийных рудников / М.И. Шиман. М.: Недра, 1992.
2. Бурение и крепление в соленосных отложениях: тематические научно-технические обзоры. Сер. Бурение / А.Н. Ананьев, Л.И. Векслер, Н.П. Гребенников и др. М.: ВНИИОЭНГ, 1972.
3. Непримеров А.Ф. Исследование эффективности восстановления водонепроницаемости защитной толщи калийных рудников, нарушенной буровыми скважинами на примере Верхнекамского калийного месторождения: дис. ... канд. техн. наук / А.Ф. Непримеров. Л., 1972.
4. Романов Ю.В. Исследование и разработка рациональной технологии бурения многопластовых калийных месторождений в осложнённых условиях (на примере Эльтона): автореф. дис. ... канд. техн. наук / Ю.В. Романов. М., 1977.
5. Толкачев Г.М. Использование магнезиальных цементов в бурении скважин и добыче нефти / Г.М. Толкачев, Ю.А. Дулепов, А.М. Шилов, В.А. Мордвинов. М.: Изд. ЦП НТО НГП им. акад. И.М. Губкина, 1987.
6. Толкачев Г.М. Радикальные пути решения проблемы рационального природопользования, экологической и промышленной безопасности при освоении нефтяных и газовых месторождений в подсолевых отложениях / Г.М. Толкачев, А.М. Шилов, А.С. Козлов // Промышленная безопасность. 2008. № 2.