

РАЗРАБОТКА МИНЕРАЛЬНЫХ СОЛЕЙ ПОДЗЕМНЫМ РАСТВОРЕНИЕМ



*Ю. А. БОГДАНОВ,
старший научный
сотрудник*



*Б. П. ГЛУХОВ,
старший научный
сотрудник*



*А. И. ЛЕВЧЕНКО,
старший научный
сотрудник*

(ЗАО «ВНИИ Галургии»)

Разработку соляных месторождений способом подземного растворения (ПР) осуществляют через скважины, пробуренные с поверхности и предназначенные для вскрытия соляной залежи. Обяза-

тельным условием успешной эксплуатации скважин является их герметичность, достигаемая путем обсадки ствола скважины системой обсадных труб, зацементированных до уровня земной поверх-

ности. Кроме того, скважины оборудуют колоннами рабочих труб, предназначенными для подачи растворителя (воды) в камеру и извлечения рассола на поверхность. Межтрубное пространство между основной тампонажной и водоподающей колоннами предназначено для подачи в камеру нерастворителя и защиты потолка камеры от растворения (рис. 1).

На устье скважины монтируют оголовок, обеспечивающий раздельную подачу рабочих агентов (воды, рассола, нерастворителя).

В зависимости от последовательности отработки соляных залежей и способа управления горным давлением различают системы растворения индивидуальными камерами и галереями. Выбор

системы производят с учетом горно-геологических и гидрогеологических условий соляных месторождений, требуемой производительности рассолодобычи и извлечения ценного компонента, надежности управления технологическим процессом, возможности последующего использования отработанных выработок в качестве подземных хранилищ нефти и газа.

Камерное растворение осуществляют через индивидуальные или взаимодействующие скважины. Продолжительность работы одной скважины может составлять от нескольких лет до десятилетий.

Системы камерного растворения минеральных солей получили широкое распространение в связи с возможностью уменьшения деформации земной поверхности, особенно при разработке мощных соляных толщ.

Разработка месторождений каменной соли

Процесс добычи каменной соли через скважины с поверхности имеет особенности, обусловленные физико-химической природой растворения галита. Скорость растворения определяет основные технологические показатели работы скважины: производительность по кондиционному рассолу и время отработки запасов в пределах проектного контура.

Растворение каменной соли сопровождается понижением температуры рассола в камере на несколько градусов, особенно в камерах значительных размеров. Однако эта особенность незначительно влияет на растворимость галита и не сказывается существенно на производительности скважины. Это позволяет разрабатывать каменно-соляные месторождения даже в условиях вечной мерзлоты, как, например, Иреляхское месторождение (Саха-Якутия), где вечномерзлые породы с отрицательной температурой залегают до глубины 700–740 м, а продуктивный пласт имеет температуру $-1,7^{\circ}\text{C}$.

Скважинами разрабатывают как маломощные пласты каменной соли, так и штоковые залежи мощностью свыше 1000 м. Такие ме-

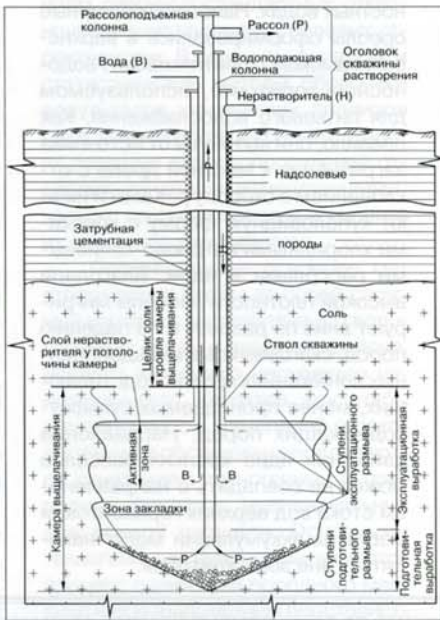


Рис. 1. Принципиальная схема работы скважины

сторождения можно отрабатывать высокими (до 100 м и более) камерами (рис. 2), что позволяет снизить потери соли в стенках камер, а производительность скважины увеличить до 40–80 м³/ч.

В случае, когда соляные залежи представлены чередованием пластов соли и несоловых пород, запасы отрабатывают с использованием камерно-этажной системы, при которой доступ к выше лежащим пластам, перекрытым обсадной колонной, обеспечивается путем ее перфорации.

Таким образом, разработка каменно-соляных месторождений способом ПР возможна при различных горно-геологических условиях.

При отработке месторождения каменной соли радиус одиночной камеры составляет около 50 м, производительность камеры по

рассолу — в среднем 30–40 м³/ч, извлечение полезного ископаемого из проектного контура камерой достигает 80 %.

Разработка месторождений сильвинита

Извлечение галита (NaCl) и сильвина (KCl), входящих в состав сильвинита, растворением имеет свою специфику по сравнению с каменной солью. Различие обусловлено не только иными горно-геологическими условиями залегания солей, но и их физико-химическими свойствами. Процесс растворения сильвинита сопровождается поглощением тепла. Если понижение температуры рассола при разработке галита ПР несущественно сказывается на производительности камеры по NaCl, то понижение температуры растворения сильвинита приводит к значительному уменьшению в рассоле доли KCl как основного компонента при разработке сильвинита. Поэтому потерю тепла при растворении компенсируют подогревом растворителя.

Кроме того, при определенном соотношении отдельных компонентов в рассоле, заполняющем камеру, наблюдается процесс обратного высаливания растворенных компонентов.

Основной задачей при ПР сильвинита является получение рассолов с высоким содержанием KCl.

Промышленное осуществление ПР сильвинитов с получением товарной продукции за рубежом было осуществлено фирмой «Калиум-Кемиклз» (Канада) на месторожде-

нии сильвинитов Белл-Плейн в 1983 г.

Идея подземного растворения калийных солей в нашей стране, в том числе сильвинитовых месторождений, возникла более 50 лет назад, однако практическое применение растворения сильвинитов было осуществлено на опытной установке Карлюкско-



Рис. 2. Отработка штоковых каменно-соляных месторождений высокими камерами методом заглубленной вододачи



Рис. 3. Конструкция скважины для добычи раствора бишофита

Возможны два режима подземного растворения карналлитовой породы:

полное растворение карналлита водой с получением рассола, содержащего основные компоненты (KCl и $MgCl_2$) в таком же соотношении, в каком они находятся в растворяемой породе;

растворение карналлита горячими щелоками ($80\text{ }^\circ\text{C}$) с целью получения KCl .

Подземное растворение бишофитовых залежей

Месторождения бишофита ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$) на территории РФ были обнаружены в Приволжской моноклинали, где они представлены в виде пластовых залежей мощностью до 60 м. Поисковым бурением выделены следующие площади залегающая бишофитовосной породы: Светлоярское, Наримановское, Городищенское.

Особенностью бишофита является хорошая (несколько выше, чем у карналлита) растворимость в воде, большие глубины залегающих и высокая гигроскопичность. Вследствие этого добыча бишофитовых рассолов через скважины с поверхности является весьма перспективной.

Растворение бишофита, в отличие от растворения каменной соли и сильвинита, происходит с выделением тепла. При перепаде температур по стволу скважин возможна кристаллизация рассолов в рассолоподъемных колоннах. Для предотвращения образования пробок в рабочих колоннах в индивидуальных скважинах применяют четырехтрубную конструкцию. Устанавливаемая дополнительная колонна предназначена для разбавления рассола, поступающего в рассолоподъемную колонну (рис. 3).

Способы управления параметрами камер, вследствие боль-

Петр Альфредович Кулле



Крупный специалист в области разведочного и эксплуатационного бурения скважин.

В 1947–1954 г. — начальник лаборатории подземного выщелачивания ВНИИГ. С 1959 по 1965 г. — начальник лаборатории автоматизации.

Разработал новую высокопроизводительную технологию добычи рассолов через буровые скважины методом гидровруба с жидким нерастворителем. Внедрение рассолодобычи на месторождениях каменной соли обеспечило минеральным сырьем отечественную содовую промышленность.

Профессор, доктор технических наук.

Награжден орденом «Красной Звезды», медалями «За оборону Ленинграда», «За освобождение Праги», «За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.», «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.».

шой скорости растворения и высокой пластичности бишофита отличаются от применяемых при добыче каменной соли. Существенным является и то, что количество извлекаемого на поверхность рассола примерно на 12 % больше количества поданной в камеру воды.

Разработку месторождения бишофита можно осуществлять как одиночными камерами, так и по системе взаимодействующих камер — галереями. Производительность камер по рассолу составляет около $20\text{--}30\text{ м}^3/\text{ч}$. **ПК**

го месторождения сильвинитов в 1976–1990 гг.

В настоящее время во ВНИИ Галургии создана технология разработки месторождений сильвинитов ПР с последующей переработкой получаемых рассолов на галургической фабрике (с применением бассейнов или без таковых).

Разработка месторождений карналлита

Добыча карналлита ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$) через скважины с поверхности является весьма перспективной вследствие его хорошей растворимости.

Растворение карналлитовой породы используют с целью получения в основном магнийсодержащих продуктов.

При селективном выщелачивании карналлита возможно также получение товарного хлористого калия.