



**А.К. Вишняков**  
канд. геол.-мин. наук  
ФГУП «ЦНИИГеолнеруд»<sup>1</sup>  
отдел технологических испытаний  
главный геотехнолог  
technology-geolnerud@yandex.ru



**Р.Р. Хасанов**  
д-р геол.-мин. наук  
Казанский (Приволжский) федеральный  
университет  
Институт геологии и нефтегазовых  
технологий  
кафедра региональной геологии и полезных  
ископаемых<sup>2</sup>  
заведующий кафедрой  
rinat.khasanov@kpfu.ru



**В.А. Хамин**  
ФГУП «ЦНИИГеолнеруд»<sup>1</sup>  
ведущий инженер-конструктор  
technology-geolnerud@yandex.ru

# Скважинная добыча полезных ископаемых горизонтальными камерами

<sup>1</sup>Россия, 420097, Республика Татарстан, Казань, ул. Зинина, 4.

<sup>2</sup>Россия, 420008, Республика Татарстан, Казань, ул. Кремлевская, 4/5.

*Предложены модификации скважинного способа добычи через горизонтально расположенные камеры твердых (в т.ч. растворимых), слабосвязанных, рыхлых и обводненных горных пород*

**Ключевые слова:** горные породы; скважина; добычная камера; гидродобыча; пульпа; растворение; рассолы

**С**кважинная добыча в настоящее время осуществляется через вертикальные скважины путем создания в них вертикальных добычных камер [1; 2; 3]. Они применяются в основном для добычи растворимых, выщелачиваемых, реже рыхлых или слабосвязанных полезных ископаемых, но во всех случаях имеющих мощность продуктивных пластов, обеспечивающую экономическую целесообразность их разработки.

Для того чтобы расширить область применения скважинного способа добычи практически для всех типов полезных ископаемых – от обводненных россыпей до скальных горных пород (особенно для маломощных пластов) были раз-

работаны различные варианты освоения месторождений через горизонтально расположенные камеры, с применением вертикально- или наклонно-горизонтальных скважин. Предложенными способами могут разрабатываться породы практически на любой глубине.

Сущность этих способов приведена на **рис. 1**. Она определяется совокупностью известных технологий: бурения только одной вертикально- или наклонно-горизонтальной скважины, разрушения продуктивной породы тем или иным способом (взрывным, гидроструями или растворением) в ее горизонтальной части и выдачей разрушенной массы гидравлическим потоком методом противодавления (при необ-

ходимости – и эрлифта) на земную поверхность. Для осуществления подобного процесса до подошвы или середины продуктивного пласта пробуривается вертикально-наклонная часть скважины, которая крепится обсадными трубами с цементацией затрубного пространства. Затем осуществляется бурение (без обсадки) горизонтальной части скважины необходимого диаметра и длины (до нескольких сот метров, в зависимости от горно-геологических условий) для проведения в ней подготовительных и добычных работ. После подготовки скважины в ее горизонтальную часть, в зависимости от способа добычи, помещают или растворяющий снаряд, или специально подготовленную перемещающуюся (эксплуатационную) колонну, или секционно расположенные заряды ВВ.

Современные техника и буровые технологии позволяют вписывать горизонтальную часть ствола скважины в пласт мощностью 3–5 м при глубинах его залегания свыше 2000 м [4].

Добыча твердых полезных ископаемых достаточно подробно описана в ряде опубликованных статей [5; 6; 7; 8]. Поэтому ниже приводятся только краткие изложения этого способа, а далее более детально освещается добыча без взрывания растворимых и рыхлых (обводненных) пород. Добыча пород, относящихся к скальному типу, возможна только после их предварительного разрушения, в том числе и под воздействием взрывных веществ (ВВ). Поэтому добыча твердых полезных ископаемых через горизонтально расположенные камеры осуществляется в горизонтальной части скважины только после взрывания ВВ, в результате которого образуются локальные зоны дробления и трещиноватости [9]. Предлагаемый способ гидродобычи обоснован специалистами ведущих институтов и университетов горно-геологического профиля: ЦНИИГеолнеруд и КФУ (Казань), МГГУ и РГГРУ (Москва). Размеры каждой зоны разрушения рассчитываются с учетом прочностных свойств разрабатываемой продуктивной породы, необходимой мощности отработки пласта, требуемой размерности частиц добываемого полезного ископаемого, применяемого типа ВВ и диаметра (т.е. величины) его заряда. С учетом этих параметров, а также размеров и марки труб добычного агрегата, определяется длина локальной зоны дробления горизонтальной скважины.

В результате инициирования зарядов ВВ образуется последовательный ряд локальных горизонтально расположенных зон дробления, разделенных участками вертикальных целиков оптимальной толщины из ненарушенной породы, которые определяют их несущую способ-

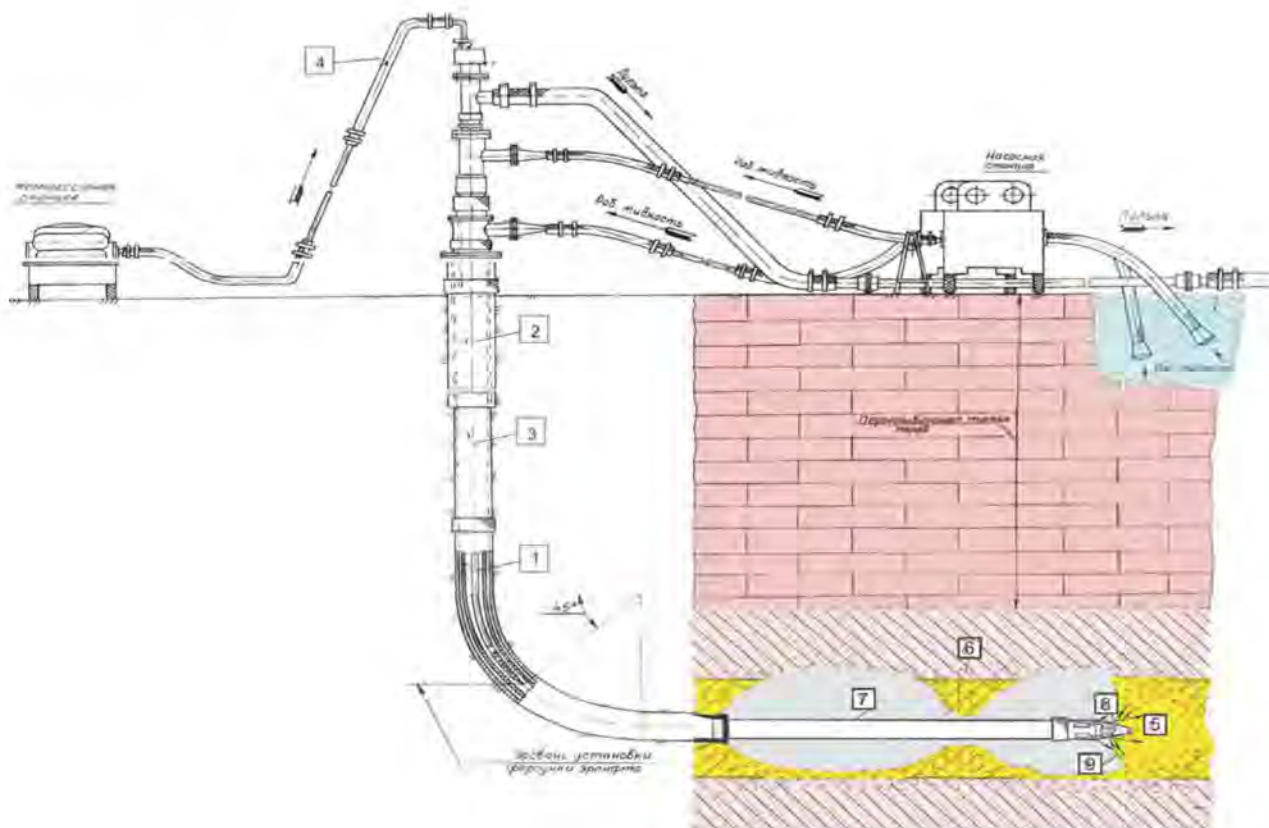
ность для поддержания гидродобычного агрегата в центре будущих добычных камер и позволяют избежать завалов гидродобычного агрегата негабаритными кусками продуктивной породы. Помимо этого целики обеспечивают беспрепятственное движение вперед и назад скважинного гидродобычного агрегата (рис. 1).

В начале горизонтальной части скважины устанавливают гидродобычный агрегат, который можно перемещать в скважине вдоль ее продольной оси. Он включает в себя надскважинную часть [10], состоящую из высоконапорного става с каналами: под рабочую жидкость (два ввода), под сжатый воздух для эрлифта и для отвода пульпы на земную поверхность, и скважинную часть, представленную рабочим устройством, обеспечивающим процесс добычи и состоящим из гидромониторной и всасывающей частей.

Рабочая жидкость вылетает из его форсунок в виде высоконапорных струй под давлением 8–10 Мпа, разрыхляет частицы нарушенной взрывом породы и проталкивает их во всасывающее устройство, а негабаритные куски падают под гидродобычный агрегат. При достижении забоя данный агрегат поднимается на поверхность и вместо него спускается другой со специальным додробляющим устройством, гидромонитором и всасывающим узлом [11]. Такой агрегат обеспечивает доведение до оптимальной крупности негабаритных кусков продуктивной породы и разрушение опорных целиков, разделяющих локальные камеры. В качестве рабочей жидкости применяют оборотные рассолы, равновесные с компонентами разрабатываемой породы, которые совместно с их частицами будут образовывать в процессе гидродобычи гидро-смесь. В условиях созданной герметично изолированной среды подъем гидросмеси (пульпы) на земную поверхность осуществляется сначала путем вытеснения ее противодействием (по горизонтальной части), а затем, с применением эрлифта – в вертикальной части. На поверхности твердая фракция отделяется от пульпы, а сама рабочая жидкость направляется на повторное использование.

При разработке продуктивного пласта большой мощности после завершения очистных работ в образовавшейся камере над ней осуществляется бурение дополнительного параллельного горизонтального ствола с проведением в нем взрывных работ и с магазинированием продуктивной породы в уже отработанной горизонтальной камере, где они додробляются специальным агрегатом [11].

Современное развитие буровой техники и технологии позволяет бурить скважины в за-



**Рис. 1.**

*Принципиальная схема скважинной гидродобычи твердых полезных ископаемых горизонтальными камерами: 1 – труба эрлифта, 2 – кондуктор, 3 – обсадная колонна (направляющая для добычного агрегата), 4 – линия эрлифта, 5 – раздробленная продуктивная порода, 6 – вмещающие породы, 7 – горизонтальная часть гидродобывочного агрегата, 8 – породоразрушающее и всасывающее устройства, 9 – гидромониторные струи*

данном направлении с определенными пространственными характеристиками. Благодаря этому возможно создание вдоль продуктивного пласта таких вариантов расположения горизонтальных добычных камер, которые в той или иной степени подобны существующим системам подземной разработки полезных ископаемых при шахтном способе добычи, что способствует более полному их извлечению из недр [5].

При отработке растворимых пород вместо пульпы возможно получение насыщенного рассола [12]. В этом случае подается не равновесный раствор, а недонасыщенный по минеральному составу породы, который растворяет все соляные кусочки, а также породы зоны трещиноватости. Отбор и подъем полученного рассола осуществляется в этом случае вначале через зазор между стенками необсаженной горизонтальной части скважины и добычным агрегатом с донасыщением его за счет растворения окружающих соляных пород, а затем по затрубному пространству между ставом агрегата и обсадной колонной (рис. 2). Скважинная добыча искусственных рассолов, основанная на

растворении мощных залежей каменной соли через вертикальные скважины с земной поверхности, благодаря простоте организации и высоким экономическим показателям получила широкое распространение в мировой практике и в России и в настоящее время является основным способом добычи рассолов для содового, хлорного и других производств.

Однако такой способ экономически выгоден при мощности полезного ископаемого в несколько десятков (особенно сотен) метров, а при разработке менее мощных пластовых залежей полезного ископаемого становится менее или мало эффективным. В связи с этим разработан вариант растворяющего устройства для получения насыщенных рассолов без взрывного магазинирования соляной породы [13].

Это устройство (рис. 3) позволяет растворять их как в потолочине разрабатываемой камеры, так и в ее боковых стенках, особенно вблизи подошвы, формируя, таким образом, горизонтальную камеру, имеющую в сечении прямоугольно-овальную форму. Контроль за формированием формы свода горизонтальной камеры

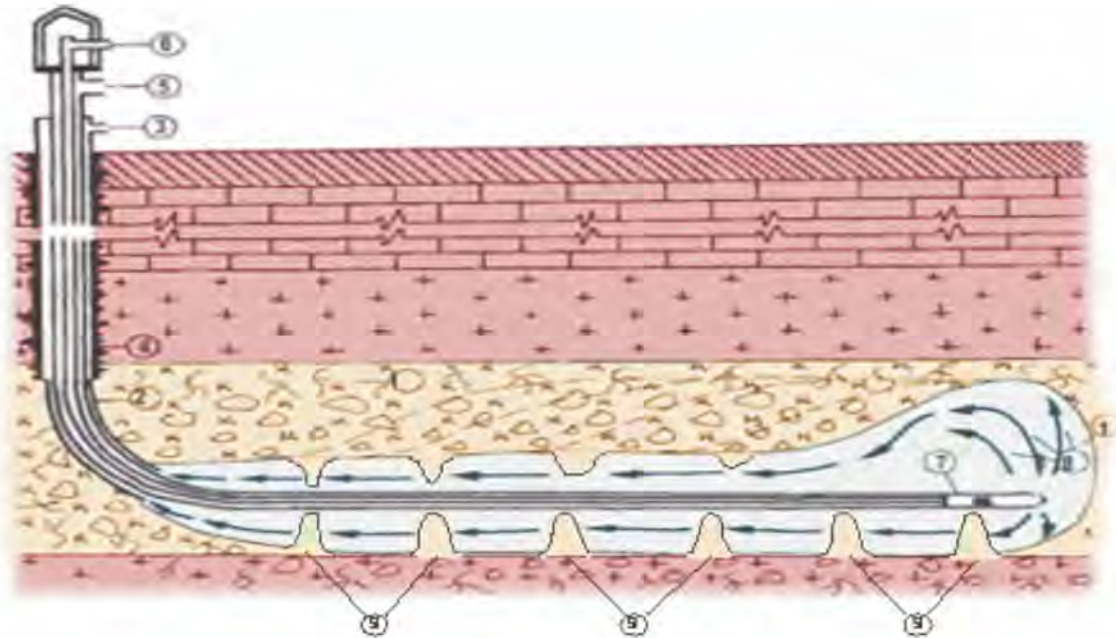


Рис. 2.

Принципиальная схема рассолодобычи легкорастворимых солей: 1 – зона крупнокускового дробления и трещиноватости, 2 – направляющая колонна для гидродобычного агрегата, 3 – рассоловыводящий канал обсадной колонны, 4 – гидроизоляция обсадной колонны, 5 – канал для подачи воздуха или другого не растворителя, 6 – раствороподающий канал, 7 – раствороподающий агрегат, 8 – растворяющие струи, 9 – опорные целики

осуществляется, при больших мощностях соляной залежи, с помощью акустического локатора, расположенного в растворяющем устройстве, а корректировка сечения горной выработки производится величиной подачи рабочей жидкости в независимые друг от друга линии нагнетания. Принцип работы растворяющего устройства данного агрегата состоит в применении вспомогательного гидромонитора с 4 насадками, две из которых расположены в одной плоскости, но в разных направлениях, а две другие – в направлении вверх, под углом  $45^\circ$  к ним. После спуска в горизонтальную часть скважины они, под воздействием специального механизма ориентации, устанавливаются в запланированной позиции. Таким образом, при подаче рабочей жидкости во вспомогательную магистраль две насадки, расположенные в горизонтальной плоскости, работают по размыву бортов разрабатываемой горизонтальной камеры, начиная от ее подошвы, а насадки, расположенные под  $45^\circ$  – размывают борта от середины к кровле, формируя таким образом параметры подошвы и бортов горизонтальной камеры. По основной линии нагнетания подается рабочая жидкость, которая за счет разности плотностей с раствором, находящимся в горизонтальной камере, поднимается вверх, размывая потолочину скважины, формируя, таким образом, параметры

кровли горизонтальной камеры. С помощью акустического локатора осуществляется контроль за параметрами и конфигурацией поперечного сечения разрабатываемой камеры, и по достижению их проектной величины скважинный добычный агрегат перемещается на расчетную длину от забоя, и процесс добычи продолжается, образуя таким образом, поэтапно общую камеру до устья горизонтальной части скважины.

В связи с тем, что растворение осуществляется растворами, подаваемыми под давлением, т.е. в условиях турбулентного режима, скорость растворения минеральных солей несколько повышается за счет механического отрыва частиц, а концентрация раствора прямо пропорциональна длине движения растворителя вдоль добычного агрегата и расположенной выше него растворяемой поверхности (рис. 3). Сам же процесс растворения осуществляется в режиме прямотока.

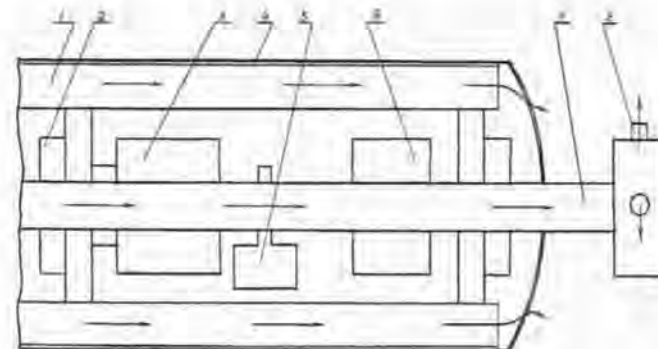
Выбор способа добычи горизонтальными камерами растворимых пород минеральных солей зависит, в основном, от технико-экономических расчетов, учитывающих применение наиболее эффективного способа переработки – пульпы или рассолов. Проведенные для Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей предварительные укрупненные расчеты рассматриваемого скважинного способа их добычи

в сравнении со стоимостными показателями шахтного способа (принятого за 100%) установили, что например для сильвинитов стоимость бурения и обустройства 1 м длины вертикально-горизонтальной скважины составляет 61% стоимости 1 м длины добычной шахтной выработки; начальные капвложения в строительство комплекса добычных вертикально-горизонтальных скважин, обеспечивающих 1,5–1,7 млн т КСІ в год, составляют 25% от необходимых капвложений на строительство солерудника аналогичной годовой мощности; себестоимость добычи 1 т руды из вертикально-горизонтального скважинного комплекса составляет 76% от себестоимости этого же количества руды при шахтной добыче.

Разработка через вертикально расположенные скважины полезных ископаемых, представленный неустойчивыми, рыхлыми, слабосвязанными, часто обводненными горными породами, не имеющих устойчивой кровли, зачастую невозможно, ибо стенки и кровля таких добычных камер, в процессе извлечения полезного ископаемого, будут обрушаться, создавая с одной стороны опасность для обслуживающего персонала, а с другой – постоянно ограничивая само поступление к нему полезного ископаемого из продуктивного пласта в результате разубоживания его до такой степени, что поднятая на поверхность порода теряет всякую ценность.

Для таких случаев применяется технология добычи рыхлых, слабосвязанных и часто обводненных горных пород, в двух вариантах.

По первому варианту разрабатываются полезные ископаемые, представленными легко размываемыми породами, имеющих мощность продуктивного пласта в несколько метров, для кровли которых требуется только ее поддержка за счет создания противодействия промывочной жидкостью, или разработка полезного ископаемого происходит в условиях устойчивых вмещающих горных пород. В качестве бурового оборудования при небольших глубинах залегания полезного ископаемого могут использоваться установки для горизонтального бурения типа ГНБ. Вертикальная или наклонная часть скважины проходится вышеописанным способом по перекрывающим породам, а горизонтальная часть – по полезному ископаемому. Гидродобычной агрегат (рис. 4) представляет собой подвижную колонну труб с бурильными трубами внутри нее, на конце которых находится бурорасширяющее устройство и породоразрушающий инструмент [14], и все они соединяются с вертлюгом – сальником для двойной колонны труб, специально разработанного для этих целей [15]. Он позволяет осуществлять подачу промывочной жидкости, по двум независимым линиям осуществлять вращение бурильной колонны внутри невращающейся, но перемещающейся колонне труб и вынос пульпы. Бурильные трубы являются первой линией нагнетания рабочей жидкости, а межтрубное пространство между ними и подвижной колонной труб – линией выноса продуктивной породы.



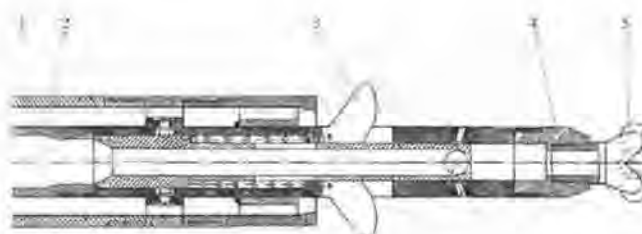
**Рис. 3.**  
*Схема агрегата для добычи растворимых полезных ископаемых: 1 – основная линия нагнетания, 2 – герметизирующее устройство, 3 – электродвигатель, 4 – корпус агрегата; 5 – ориентатор; 6 – локатор; 7 – центральная линия нагнетания; 8 – насадки*

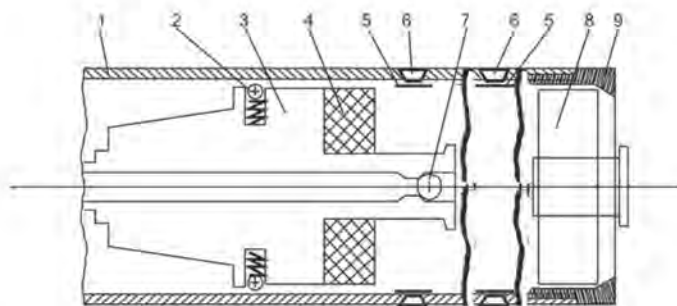
Пространство между обсадной колонной и подвижной колонной труб на устье скважины загерметизировано сальником. В это пространство по второй линии нагнетания подается промывочная жидкость с расчетными параметрами, повышающими устойчивость стенок скважины, которая за счет создаваемого давления на горные породы осуществляет их равновесие и, как следствие – относительно беспрепятственное продвижение подвижной колонны труб по выбуренному пространству.

Промывочная жидкость второй линии нагнетания может обрабатываться специальными реагентами, способствующими креплению открытого ствола добычной скважины, в котором продвигается гидродобычной агрегат. Кроме

Промывочная жидкость второй линии нагнетания может обрабатываться специальными реагентами, способствующими креплению открытого ствола добычной скважины, в котором продвигается гидродобычной агрегат. Кроме

**Рис. 4.**  
*Буровой снаряд для бурения с одновременной обсадкой: 1 – подвижная часть добычного агрегата, 2 – бурильная колонна с бурорасширяющим устройством, 3 – раздвижные резцы, 4 – переводник, 5 – долото*



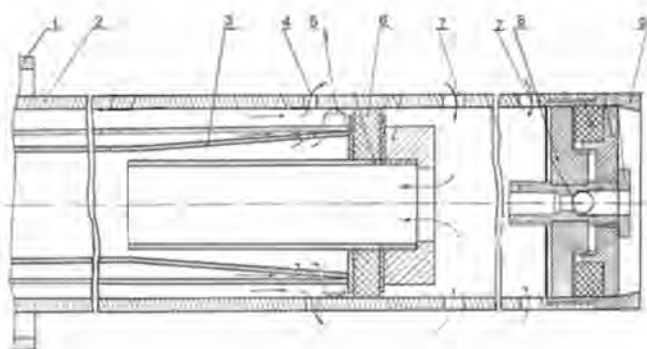


**Рис. 5.**  
Схема установки забойного пакера и среза герметизаторов:  
1 – эксплуатационная колонна, 2 – центраторы, 3 – срезающее устройство, 4 – забойный пакер, 5 – герметизаторы, 6 – заглушки, 7 – шариковый клапан, 8 – место установки забойного пакера, 9 – башмак

этого, напор промывочной жидкости в затрубном пространстве предотвращает поступление туда разрушенной породы, предотвращает тем самым ее заклинивание. При углублении добычного агрегата в скважину вмещающая порода разрушается долотом и расширяющим устройством, а рабочая жидкость выносит полезное ископаемое с продуктами разрушения в виде пульпы через внутреннюю поверхность гидродобычного агрегата на земную поверхность. На поверхности рабочая жидкость отделяется от полезного ископаемого, поступает в зумпф, где отстаивается от шлама и вновь нагнетается в скважину.

По второму варианту разрабатываемый продуктивный пласт имеет большую мощность или перекрыт неустойчивыми (в том числе и водонасыщенными) породами. Тогда горизонтальная часть скважины бурится непосредственно под пластом полезного ископаемого. Бурение горизонтальной части скважины осуществляется

**Рис. 6.**  
Схема разделения эксплуатационной колонны на нагнетательную и приемную части: 1 – обсадная колонна, 2 – эксплуатационная колонна, 3 – гидроэлеватор, 4 – напорные струи гидромонитора, 5 – центраторы, 6 – разделительный пакер, 7 – приемные окна, 8 – забойный пакер, 9 – башмак



одновременно с заглублением в скважину перемещающейся (в дальнейшем эксплуатационной) колонны [14] с помощью специального вертлюг-сальника [15]. До начала работ заглубления часть подвижной колонны перфорируют в местах, предназначенных для планируемой добычи, с установкой в отверстиях нагнетательной магистрали гидромониторных насадок, а приемные отверстия перфорируются под проектный диаметр добываемой твердой фракции полезного ископаемого [16]. Перед установкой ее в горизонтальную часть скважины все они герметизируются заглушками и герметизаторами, а после установки – разгерметизируются специальным устройством (рис. 5). Этим же устройством на бурильных трубах со специальными замками [17] в эксплуатационную колонну спускается забойный пакер, который перекрывает торцевую часть эксплуатационной колонны, препятствуя попаданию в нее посторонней породы.

После установки забойного пакера и удаления герметизаторов данное устройство поднимается на поверхность, а вместо него спускается гидродобычный агрегат (рис. 6).


На гидродобычном агрегате спускается разделительный пакер, который фиксируется в эксплуатационной колонне таким образом, чтобы разделить участок эксплуатационной колонны на нагнетательную и приемную части. Процесс добычи начинается с подачи в первую линию нагнетания гидродобычного агрегата рабочей жидкости, которая выбивает заглушки и, вылетая с большой скоростью из насадок гидромонитора, «будит» полезное ископаемое с переносом его к приемной части эксплуатационной колонны в виде пульпы (рис. 6). По второй линии нагнетания рабочая жидкость подается в гидроэлеватор добычного агрегата, создавая в нем область с пониженным давлением. За счет образовавшегося разрежения в гидроэлеваторе пульпа с высокой скоростью проходит по горизонтальной части эксплуатационной колонны и поднимается по наклонной, а затем и по вертикальной части гидродобычного агрегата на поверхность. В случае, если напора, образующегося в гидроэлеваторе, недостаточно для подъема пульпы, то к процессу (в вертикально-наклонной части) подключается эрлифт, нагнетательные трубы сжатого воздуха которого размещаются в вертикальной части гидродобычного агрегата. После отработки одного участка разделительный пакер раскрепляется и извлекается вместе с гидродобычным агрегатом на поверхность.

В эксплуатационную колонну вновь спускается срезающее устройство, с помощью которого подготавливают очередной участок разработки, т.е. срезают в расчетном месте гермети-

заторы гидромонитора и приемных отверстий. Далее в эксплуатационную колонну устанавливают гидродобычный агрегат с разделительным пакером, снова разделяют расчетный участок добычи на нагнетательную и приемную части, и процесс гидродобычи повторяется.

Таким образом, разработанные модификации скважинной добычи с применением горизонтально расположенных камер позволяют получить из различных видов твердых полезных ископаемых либо дробленые частицы пород в виде пульпы, либо продуктивные рассолы из растворимых пород, а также разрабатывать рыхлые, неустойчивые и обводненные горные породы. При этом все процессы разработки осуществляются только через одну вертикально- или наклонно-горизонтальную скважину, что значительно повышает рентабельность предлагаемых способов добычи. При скважинной добыче горизонтальные камеры заполнены рабочей жидкостью, находящейся под давлением, выше литостатического, а после окончания разработки каждая камера герметически закупоривается, и находящаяся в ней жидкость приобретает равновесное давление с окружающими ее породами. Это исключает просадку земной поверхности над выработанным пространством. Кроме того, скважинная гидродобыча обеспечивает значительно большую техническую и социальную комфортность эксплуатации месторождений благодаря полному отказу от непосредственного участия человека для работы в подземных условиях, а также сводит к минимуму отрицательное воздействие на окружающую среду, в том числе таких негативных воздействий, как затопление горных выработок подземного рудника и их обрушение, которые создают аварийные ситуации, а устра-

нение их приводит, в лучшем случае, к многомиллионным затратам, а в худшем – к потере рудника. Приведенные принципиальные схемы и технические решения скважинной добычи из горизонтально расположенных камер позволяют разрабатывать любые виды полезных ископаемых. При такой добыче каждая добычная камера представляет собой самостоятельный производственный объект. При возникновении на одной из них какого-либо осложнения (в том числе и аварийного) это не будет иметь последствий для всего разрабатываемого участка, как в горнотехническом, так и в экономическом плане. Предложенные способы отработки месторождений полезных ископаемых позволяют решить проблему их эксплуатации с совместным освоением месторождений других полезных ископаемых (например, нефти, газа, подземных вод), находящихся на этих же площадях, а при соответствующих горно-геологических условиях – позволит создать в отработанных камерах подземные хранилища нефти, сжиженного газа или вредных производственных отходов. В общем же плане скважинные способы добычи существенно улучшают технические производственные условия работ и создают условия, которые соответствуют уровню научно-технического прогресса нашего времени.

Приведенные в статье разработки в большей части имеют патентную защищенность. Однако все они безусловно могут в дальнейшем подвергаться детализации и усовершенствованию. Это создает возможность для совместной их доработки при практической реализации того или иного приведенного способа добычи полезных ископаемых, с конкретными инвесторами или субъектными (федеральными) недропользователями. 

---

## Литература

1. Аренс В.Ж. Физико-химическая геотехнология. М.: МГТУ. 2001. 656 с.
2. Каратыгин Е.П., Кубланов А.В. и др. Подземное растворение соляных залежей. СПб.: Гидрометеоздат. 1994. 221 с.
3. Бабичев Н.И. Технология скважинной гидродобычи полезных ископаемых. М.: МГРИ. 1981. 128 с.
4. Калинин А.Г., Григорян Н.А., Султанов Б.З. Бурение наклонных скважин. М.: Недра. 1990. 348 с.
5. Вишняков А.К., Баталин Ю.В., Журавлев Ю.П. Добыча ТПИ через скважины горизонтально расположенными камерами // Недропользование XXI век. 2010. № 4. С. 28–34.
6. Вишняков А.К., Баталин Ю.В., Шакирзянова Д.Р., Козленева Л.П. Перспективы освоения хлоридных калийно-магниевых и смешанных солей РФ // Рациональное освоение недр. 2012. № 5. С. 26–31.
7. Вишняков А.К., Баталин Ю.В., Хамин В.А. Скважинный способ добычи на примере минеральных солей // Рациональное освоение недр. 2014. № 5–6. С. 98–105.
8. Вишняков А.К., Хасанов Р.Р., Хамин В.А. Горизонтальные скважины – основа инновационной добычи твердых полезных ископаемых. Материалы 2 научно-практической конференции «Горизонтальные скважины – 2017. Проблемы и перспективы». Казань. 2017.
9. Вишняков А.К., Крюков Г.М., Бегашев Д.В., Журавлев Ю.П., Александров В.Н., Белин В.А. Способ скважинной гидродобычи твердых полезных ископаемых // Патент РФ № 2386813. 2010. Бюл. № 11.
10. Вишняков А.К., Хамин В.А. Скважинный гидродобычный агрегат комбинированного типа // Патент РФ № 148791. 2014. Бюл. № 35.
11. Журавлев Ю.П., Вишняков А.К., Алексеев А.В. Скважинный гидродобычный агрегат комбинированного типа // Патент РФ № 78525. 2008. Бюл. № 33.

12. Вишняков А.К., Баталин Ю.В., Журавлев Ю.П., Чайкин В.Г. Способ скважинной добычи минеральных солей // Патент РФ № 2186208. 2002. Бюл. № 21.
13. Вишняков А.К., Хамин В.А. Скважинный агрегат для добычи растворимых полезных ископаемых // Патент РФ № 157648. 2015. Бюл. № 34.
14. Хамин В.А., Вишняков А.К. Буровой снаряд для бурения с одновременной обсадкой // Патент РФ № 166522. 2016. Бюл. № 33.
15. Хамин В.А., Вишняков А.К. Буровой вертлюг-сальник для бурения с одновременной обсадкой // Патент РФ № 172469. 2017. Бюл. № 20.
16. Вишняков А.К., Хамин В.А. Заявка на изобретение РФ № 2017123110/03 (039999) от 29.06.2017. Устройство для разгерметизации отверстий эксплуатационной колонны и способ скважинной добычи горизонтальными камерами рыхлых и обводненных полезных ископаемых.
17. Хамин В.А., Вишняков А.К. Замок для соединения буровых труб // Патент РФ № 175172. 2017. Бюл. № 33.

UDC 622.016.25:553.63

**A.K. Vishnyakov**, PhD, Chief Geotechnologist, Department of Technological Testing, Federal State Unitary Enterprise "TsNIgeoleurud"<sup>1</sup>, c  
**R.R. Khasanov**, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Head of the Department of Regional Geology and Minerals, Institute of  
Geology and Oil and Gas Technologies, Kazan (Volga Region) Federal University<sup>2</sup>, Rinat.Khasanov@kpfu.ru  
**V.A. Khamin**, Lead Design Engineer, Federal State Unitary Enterprise "TsNIgeoleurud"<sup>1</sup>, lead design engineer

<sup>1</sup>4 Zinin str., Kazan, Republic of Tatarstan, 420097, Russia.

<sup>2</sup>4/5 Kremlevskaya str., Kazan, Republic of Tatarstan, 420008, Russia.

## Downhole Mining of Horizontal Chambers

**Abstract:** Modifications of the downhole production method through horizontally located chambers of solid (including soluble), loosely bound, loose and watered rocks are proposed.

**Keywords:** rocks; borehole; mining chamber; hydrotreatment; pulp; dissolution; brines.

### References

1. Arens V.Zh. *Fiziko-khimicheskaya geotekhnologiya* [Physico-chemical geotechnology]. Moscow, MGGU Publ., 2001, 656 p.
2. Karatygin E.P., Kublanov A.V. i dr. *Podzemnoe rastvorenie solianyykh zalezhei* [Underground dissolution of salt deposits]. St. Petersburg, Gidrometeoizdat Publ., 1994, 221 p.
3. Babichev N.I. *Tekhnologiya skvazhinnoi gidrodobychi poleznykh iskopaemykh* [Borehole Hydroproduction Technology]. Moscow, MGRI Publ., 1981, 128 p.
4. Kalinin A.G., Grigorian N.A., Sultanov B.Z. *Burenie naklonnykh skvazhin* [Inclined hole drilling]. Moscow, Nedra Publ., 1990, 348 p.
5. Vishniakov A.K., Batalin Iu.V., Zhuravlev Iu.P. *Dobycha TPI cherez skvazhiny gorizonta'no raspolozhennymi kamerami* [Extraction of TPI through wells horizontally located chambers]. *Nedropol'zovanie XXI vek* [Subsoil use of the XXI century], 2010, no. 4, pp. 28–34.
6. Vishniakov A.K., Batalin Iu.V., Shakirzianova D.R., Kozleneeva L.P. *Perspektivy osvoeniia khloridnykh kaliino-magnievyykh i smeshannykh solei RF* [Prospects for the development of potassium chloride-magnesium and mixed salts of the Russian Federation]. *Ratsional'noe osvoenie nedr* [Rational development of the subsoil], 2012, no. 5, pp. 26–31.
7. Vishniakov A.K., Batalin Iu.V., Khamin V.A. *Skvazhinnyi sposob dobychi na primere mineral'nykh solei* [Well production method on the example of mineral salts]. *Ratsional'noe osvoenie nedr* [Rational development of the subsoil], 2014, no. 5–6, pp. 98–105.
8. Vishniakov A.K., Khasanov R.R., Khamin V.A. *Gorizonta'nye skvazhiny – osnova innovatsionnoi dobychi tverdykh poleznykh iskopaemykh* [Horizontal wells – the basis of innovative mining of solid minerals]. Proc. of the 2 scientific-practical conf. «*Gorizonta'nye skvazhiny – 2017. Problemy i perspektivy*» [Horizontal wells – 2017. Problems and Prospects]. Kazan'. 2017.
9. Vishniakov A.K., Kriukov G.M., Begashev D.V., Zhuravlev Iu.P., Aleksandrov V.N., Belin V.A. *Sposob skvazhinnoi gidrodobychi tverdykh poleznykh iskopaemykh* [Method of downhole hydraulic mining of solid minerals]. The patent of the Russian Federation № 2386813. 2010. Bulletin № 11.
10. Vishniakov A.K., Khamin V.A. *Skvazhinnyi gidrodobychnoi agregat kombinirovannogo tipa* [Well hydropower aggregate combined type]. The patent of the Russian Federation № 148791. 2014. Bulletin № 35.
11. Zhuravlev Iu.P., Vishniakov A.K., Alekseev A.V. *Skvazhinnyi gidrodobychnoi agregat kombinirovannogo tipa* [Well hydropower aggregate combined type]. The patent of the Russian Federation № 78525. 2008. Bulletin № 33.
12. Vishniakov A.K., Batalin Iu.V., Zhuravlev Iu.P., Chaikin V.G. *Sposob skvazhinnoi dobychi mineral'nykh solei* [Method for well extraction of mineral salts]. The patent of the Russian Federation № 2186208. 2002. Bulletin № 21.
13. Vishniakov A.K., Khamin V.A. *Skvazhinnyi agregat dlia dobychi rastvorimykh poleznykh iskopaemykh* [Downhole aggregate for the extraction of soluble minerals]. The patent of the Russian Federation № 157648. 2015. Bulletin № 34.
14. Khamin V.A., Vishniakov A.K. *Burovoi snariad dlia bureniia s odnovremennoi obsadkoi* [Simultaneous casing drilling rig]. The patent of the Russian Federation № 166522. 2016. Bulletin № 33.
15. Khamin V.A., Vishniakov A.K. *Burovoi vertliug-sal'nik dlia bureniia s odnovremennoi obsadkoi* [Simultaneous casing swivel gland]. The patent of the Russian Federation № 172469. 2017. Bulletin № 20.
16. Vishniakov A.K., Khamin V.A. *Zaiavka na izobretenie RF № 2017123110/03 (039999) ot 29.06.2017* [Application for the invention of the Russian Federation № 2017123110/03 (039999) from 29.06.2017]. *Ustroistvo dlia razgermetizatsii otverstii ekspluatatsionnoi kolonny i sposob skvazhinnoi dobychi gorizonta'nyimi kamerami rykhlykh i obvodnennykh poleznykh iskopaemykh* [A device for depressurization of the holes of the production string and the method of borehole extraction by horizontal chambers of loose and watered minerals].
17. Khamin V.A., Vishniakov A.K. *Zamok dlia soedineniia buril'nykh trub* [Drill Pipe Lock]. The patent of the Russian Federation № 175172. 2017. Bulletin № 33.