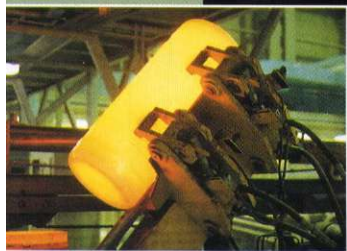


МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ЖУРНАЛ

№ 1  
2004

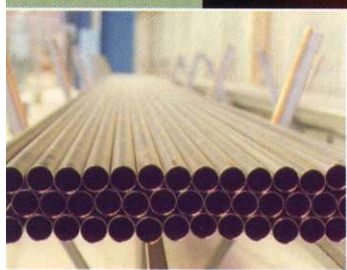
# Металлы ЕВРАЗ



**Цирконий: секретный  
и доступный**



**Золото привлекает  
лидеров**



**Титановые трубы  
в энергетике**

**Metal  
Bulletin**  
СПЕЦИАЛЬНО  
ДЛЯ РОССИИ И СНГ



ЧУДЕСА  
ПРИРОДЫ

**«ЕвразХолдинг»:  
развитие по единому плану**

**Инновации и сырье  
стимулируют экономику**



# ГИДРОДОБЫЧА ИЗ СКВАЖИН

ЧТО СДЕРЖИВАЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО МЕТОДА

Григорий Боярко

Доктор экономических наук  
Томский политехнический университет

Скважинная гидродобыча (СГД) представляет собой способ дистанционной подземной разработки месторождений через скважины, при котором полезные ископаемые переводятся в состояние суспензии, способной к транспортировке на поверхность. Его можно использовать при отработке запасов, сложенных легкодиспергируемыми рыхлыми или слабосвязанными полезными ископаемыми. К таким можно отнести месторождения торфа, сапропеля, песков и глин, россыпи золота, олова, янтаря, алмазов, титана и циркония, коры выветривания, включающие минерализацию нибатов, редкоземельных минералов, рыхлые железные руды Курской магнитной аномалии, Южного Урала и Западной Сибири, окисленные и смешанные марганцевые руды, рыхлые фосфориты, бокситы, бурые угли, металлоносные углистые сланцы и каменные угли, битумы и асфальтиты.

Использование скважинной гидродобычи возможно также и на месторождениях относительно прочных (более 6 МПа) руд железа, хрома, марганца и других полезных ископаемых — на участках природно-ослабленного состояния пород (зоны тектонических нарушений) или после предварительного взрывного дробления. СГД остается весьма эффективным и в сложных гидрогеологических условиях большого водопритока.

Основными технологическими процессами СГД являются вскрытие залежи с помощью скважин, разрушение полезного ископаемого напорной струей воды, его дезинтеграция, перевод в забое разрушенной массы в гидросмесь, самотечная или напорная транспортировка от забоя до пульпоприемных скважин, подъем гидроэлеваторами или эрлифта-

ми на дневную поверхность. Вспомогательные операции СГД — складирование хвостов обогащения, осветление оборотной воды, управление горным давлением (кровли размываемых пластов).

Метод скважинной гидродобычи твердых полезных ископаемых был предложен В.Г. Вишняковым и П.М. Тупициным в 1935 году, но первые опыты промышленного использования СГД состоялись лишь в 1964 году при отработке обводненных стекольных песков месторождения Тарнобжег в Польше с глубины до 40 м. В дальнейшем опытно-эксплуатационные работы по скважинной гидродобыче производились и с другими полезными ископаемыми в разных условиях и с различными результатами.

В 1965 году шла опытная добыча методом СГД обводненных фосфоритов месторождения Буженице (Польша). В 1975—1982 годах на Кингисеппском месторождении фосфоритов сотрудниками Государственного института горнохимического сырья (ГИГХС) и ПО «Фосфорит» проводились опытно-промышленные испытания добычи руды с глубины 20—25 м при мощности пласта 2,5—3 м. Бурились эксплуатационные скважины диаметром 325 мм, подъем гидро- смеси осуществлялся совмещенным гидромониторно-эрлифтным снарядом. Средний уровень добычи в месяц — 17 тыс. т руды, извлечение — 60 %, объем добычи из одной скважины — от 600 до 1200 т.

Ведущими разработчиками СГД-технологий в России являются академик В.Ж. Арене, профессор Н.И. Бабичев, В.Л. Колибаба, А.В. Панков, А.С. Хрулев, Э.И. Черней, Д.Н. Шпак и др.

В 1975—1988 годах проводились опытные работы по СГД ураноносных руд. Использовались технологии сква-

жинной гидродобычи Московского геологоразведочного института. Добычу осуществляли через скважины диаметром 320 мм из пласта мощностью от 1 до 3 м с глубины до 210 м. Производительность гидроэлеватора достигала 9-10 м<sup>3</sup>/ч

В США скважинную гидродобычу испытывали при разработке урансодержащего песчаника месторождения Бээр Крик, залегающего на глубине 60-110 м, из пласта мощностью 1,8 м. Гидромонитор и гидроэлеватор были совмещены в одном агрегате диаметром 324 мм, опускаемом в скважину диаметром 406 мм. Объем добычи с одной скважины составлял в среднем 720 т. А в 1981-1982 годах в штате Флорида проводили промышленные испытания по добыче рыхлых фосфоритов на глубине 100 м из пласта мощностью 6 м. Диаметр скважины составлял 406 мм, производительность достигала 45—50 т/ч.

В 1980-1982 годах в районе Самоглора (Тюменская область) и в 1993-1995 годах на севере Томской области производились опытные работы по СГД строительных песков для отсыпки дорог и кустов нефтяных скважин. Глубина отбора составляла от 50 до 300 м, производительность добычи по твердому — от 10 до 40 м<sup>3</sup>/ч, выработка с одной скважины — от 1,2 до 3,5 тыс. м<sup>3</sup>.

В 90-е годы опытные работы по скважинной гидродобыче проводились на Туганском (Томская область), Тарском (Омская область) и Лукьяновском (Нижегородская область) россыпных титано-циркониевых место-

рождениях. Использовались разработки Московского геологоразведочного института. Для этих месторождений характерны большая (5—10 м) мощность продуктивного пласта, представленного глинизированными песками, и неустойчивые кровли из песчано-глинистых пород. Все месторождения обводнены. Глубина залегания пласта — 35—50 м. Применялся гидроэлеваторный снаряд с соосным расположением труб. Объем добычи на одну скважину составил до 500 м<sup>3</sup> песков при производительности до 30 м<sup>3</sup>/ч. Извлеченные материалы использовались для крупнообъемных исследований технологии обогащения.

Опытные работы по СГД из золотосодержащих россыпей осуществлялись в Канаде, Австралии, Индии, а также в Магаданской области на прииске Экспериментальном в 1986—1991 годах. На последнем продуктивный пласт мощностью 1 м залегал на глубине 10—25 м. Перекрывающие породы и пески находились в мерзлом состоянии, размыв песков (с одновременной оттайкой) осуществлялся незатопленной гидромониторной струей на расстояние до 24 м. Оттаиванию кровли препятствовала воздушная подушка, создаваемая дополнительным напором воздуха. Производитель-

ность эрлифта диаметром 219 мм составляла 15 м<sup>3</sup> песков в час, гидроэлеватора — до 100 м<sup>3</sup>/ч, объем поднимаемых песков на одну скважину — 200—250 м<sup>3</sup>. В настоящее время проводятся эксперименты по СГД на россыпном месторождении золота в Бодайбо (ОАО «Лензолото»).

Опытные работы по скважинной гидродобыче олова из мощных многолетнемерзлых россыпей проходили на карьере «Мамонт» Депутатского ГОКа (Якутия), где касситеритовые пески поднимались эрлифтной установкой с глубины 15 м. Институтом физико-технических проблем Севера (г. Якутск) готовился проект отработки методом скважинной гидродобычи касситеритовых россыпей под морским дном с предварительным замораживанием морской воды и толщи покрывающих пород для обеспечения устойчивости кровли. Добыча песков предполагалась гидроэлеватором без гидромониторного разрушения.

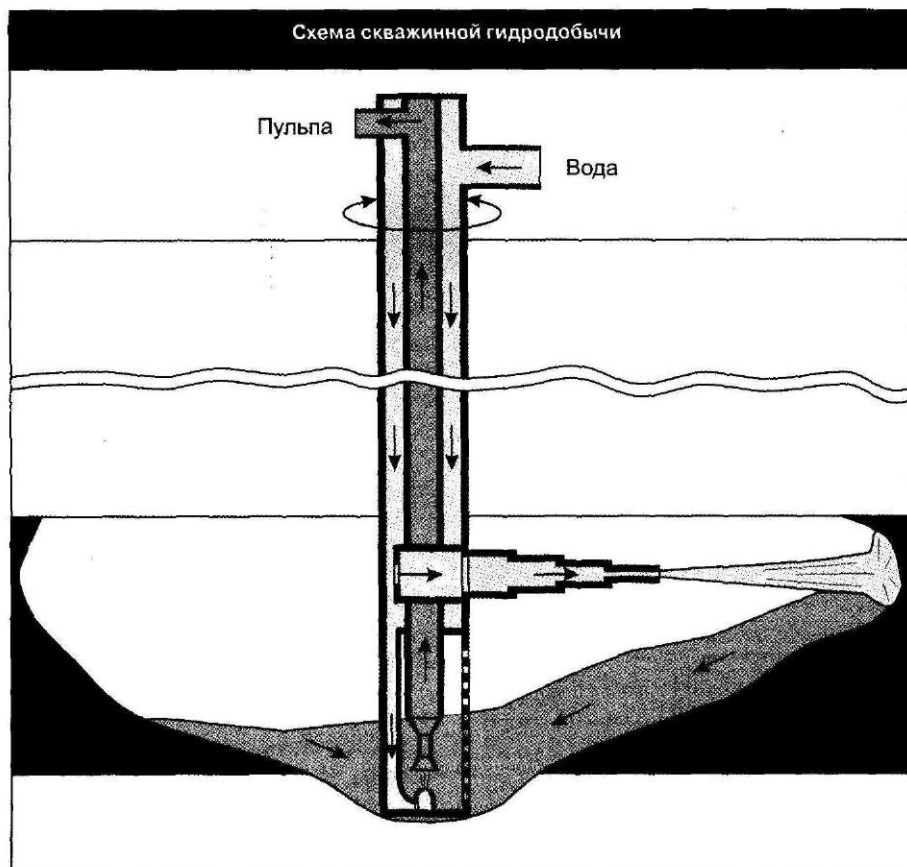
Использовалась также скважинная гидродобыча рыхлых кимберлитов на алмазодержащих трубках «Снегурочка» и «Ломоносовская» в Архангельской области, но подъем материала из них не превысил 10 т на одну скважину. Опытные работы СГД производились при добыче барита, коксующегося угля и битум-

инозных сланцев в США и бокситов в Венгрии.

Наиболее впечатляющие результаты достигнуты при опытно-промышленной эксплуатации СГД железной руды на месторождениях КМА. На Шамраевском участке Больше-Троицкого месторождения (АО «Гидроруда») с глубины до 800 м было поднято свыше 80 тыс. т руды, содержащей 67—68 % железа и 0,8—1,2 % кремнезема. Производительность одной скважины составила 993 т/сут.

Законмерен вопрос: если метод скважинной гидродобычи дает хорошие результаты при разработке самых разных месторождений, почему эта техно-

**Наиболее впечатляющие результаты достигнуты при опытно-промышленной эксплуатации СГД железной руды на месторождениях КМА. На Шамраевском участке Больше-Троицкого месторождения (АО «Гидроруда») с глубины до 800 м было поднято свыше 80 тыс. т руды.**



логия до сих пор широко не применяется? Прежде всего сказывается консерватизм горнодобывающей промышленности. Так, с XV века существует смежная с СГД технология скважинного подземного растворения каменной соли, тем не менее и в настоящее время этот метод использует лишь одно предприятие в мире — Белл-Плейн в Канаде.

Основные причины настороженного отношения к технологии СГД таковы.

1. Проектируемые показатели извлечения и удельной выработки на одну скважину достигались лишь в единичных случаях.

2. При малых глубинах выемки материала с помощью СГД в результате просадки кровли образуются воронки на поверхности. На Тарском месторождении при глубине выемки песков 30 м воронка глубиной 3 м появилась на четвертый день работы, осложнив управление оборудованием скважины. В Тарнобжеге при отработке 30-метрового пласта песков с глубины 60 м над очередной камерой образовалась воронка диаметром 14 м и глубиной 8—10 м, после чего работы были прекращены.

3. При больших глубинах и значитель-



ном объеме выемочных камер возможны деформации нижней части скважинного гидродобывного агрегата, а также неуправляемое разубоживание рудного материала из-за обрушения кровли.

Тем не менее технология скважинной гидродобычи обладает рядом привлекательных черт, которые можно реализовать в конкретных условиях месторождений, когда другие системы разработки невозможны или нерентабельны. Привлекательность заключается в следующем.

1. Малооперационность и поточность этого процесса и простота используемого оборудования позволяют механизировать и автоматизировать СГД. Технология обладает гибкой структурой, позволяющей легко регулировать производительность изменением количества действующих скважин.

2. СГД требует весьма небольших капитальных затрат, которые в 3—5 раз ниже, чем на открытой добыче сопоставимой мощности, и в 10—15 раз меньше необходимых на подземную разработку. В частности, издержки на проходку скважин обычно не превышают 20—25 % эксплуатационных затрат. С увеличением глубины разработки капитальные затраты возрастают незначительно. Рассчитано, что безубыточная скважинная гидродобыча возможна до глубины 2300 м. На создание рудника с этой технологией требуется в 3—15 раз меньше времени, чем на строительство карьера или шахтного комплекса сопоставимой мощности. Тем самым сокращаются сроки возврата капиталовложений.

3. При отсутствии в процессе СГД просядок рельефа (в условиях глубокого залегания рабочего пласта) создают-

ся наиболее благоприятные условия для безопасной работы и охраны природы. Полностью замкнутый водооборот скважинной гидродобычи существенно снижает экологическую нагрузку и практически не приводит к нарушению гидродинамического состояния массива.

4. Многие месторождения не вовлекаются в отработку ввиду их сильной обводненности или из-за расположения под дном рек, озер и морей. Для таких объектов СГД становится единственно возможной технологией.

5. За счет дезинтеграции и самообогащения материала в системе «подземная камера-скважина-карта намыва» добываемый продукт приобретает новые качества, зачастую лучшие, нежели получаемые на обогатительных фабриках.

6. Отбор крупнообъемных технологических проб на стадии геологоразведочных работ всегда является трудным процессом. Использование для этой цели технологии СГД приводит к сокращению сроков и непроизводительных затрат.

Имеет смысл оценить минерально-сырьевую базу с точки зрения возможности отработки методом скважинной

**Технология скважинной гидродобычи обладает рядом привлекательных черт, которые можно реализовать в конкретных условиях месторождений, когда другие системы разработки невозможны или нерентабельны.**

гидродобычи. В первую очередь это касается железных руд Курской магнитной аномалии, где уже получены самые лучшие результаты СГД. Пригодны для отработки этим методом Глубоченское, Петровское и Березовское месторождения (Курганская область) рыхлых руд для предприятий Урала. Для западно-сибирских комбинатов наиболее привлекательно Бокчарское месторождение в Томской области. Проблема просядки рельефа и безопасности ведения работ решается подготовкой опережающей затопляемой выемки и организацией СД на понтонных средствах. Углубляющийся водоем при этом можно использовать для осветления оборотных вод и размещения хвостов обогащения. Производительность одной скважины на этих месторождениях при диаметре 219-370мм может составлять 200—400 тыс. т железной руды в год.

Из других полезных ископаемых, на наш взгляд, наиболее перспективны для скважинной гидродобычи следующие объекты:

- рыхлые марганцевые руды Порожинского месторождения (Красноярский край) и Дурновской группы месторождений (Кемеровская область);
- титан-циркониевые россыпные месторождения Туганское и Георгиевское (Томская область), Центральное (Тамбовская область), Лукояновское (Нижегородская область);
- Унечское фосфатно-титан-циркониевое россыпное месторождение (Брянская область);
- месторождения бокситов на Полярном Урале;
- янтарные месторождения в Калининградской и Камчатской областях;
- месторождения железо-марганцевых руд с никелем, кобальтом и другими металлами в Республике Коми, Архангельской области, на Урале, в Алтайском и Красноярском краях.

Для дальнейшего развития технологии скважинной гидродобычи необходимо продолжать исследования, решая при этом следующие задачи:

- повышение эффективности гидравлического разрушения пород;
- снижение энергоемкости подъема гидросмеси при больших глубинах разработки;
- увеличение объема добычи из единичных камер;
- повышение степени извлечения полезного ископаемого за счет снижения технологических потерь и уменьшения разубоживания лежащими выше породами.