

УДК 622.277

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СКВАЖИННОЙ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ ГЕОТЕХНОЛОГИИ

С. Д. СУРИН¹, В. Ж. АРЕНС²

¹ ООО «Газпром геотехнологии»,
² Горно-металлургическая секция РАЕН

Представлены перспективы развития физико-химической технологии с учетом существующих тенденций в добывающей горной промышленности и переход к использованию возобновляемых источников энергии. Приводятся общие закономерности поиска новых направлений развития методов ФХГ, являющихся экономически и экологически выгодными по отношению к существующим традиционным способам добычи полезных ископаемых.

Ключевые слова: перспективы развития, физико-химическая геотехнология, возобновляемые источники энергии.

Современное развитие общества и цивилизации невозможно без удовлетворения постоянно растущего спроса на полезные ископаемые. При этом уровень технического состояния науки и техники не позволяет проводить экологически чистую добычу любого типа сырья из-за больших площадей нарушаемых земель, отводимых как под добывающий комплекс, так и под отвалы горной породы. При этом значительная часть добываемых полезных ископаемых либо остается в горном массиве, либо содержится в отработанной породе и не попадает в дальнейшую обработку. Это касается как горного дела, занимающегося разработкой рудных и нерудных месторождений, так и сектора добычи углеводородов, являющихся на сегодняшний день основным источником энергии. Данное положение дел справедливо для любых отраслей добычи полезных ископаемых, в любом регионе и в любой экономической системе.

Любые месторождения полезных ископаемых, в конце концов, исчерпываются. Новые – будут во много сложнее и труднее для эффективной разработки. Кроме того, трудящихся на горных предприятиях не удовлетворяют условия работы в шахтах и карьерах. Поэтому горной промышленности необходимы новые эффективные технологии добычи с учетом требований охраны окружающей среды.

Очевидно, что в современном мире Россия перестала занимать лидирующие позиции как в экономиче-

PROSPECTS OF BOREHOLE PHYSICAL-CHEMICAL GEOTECHNOLOGY DEVELOPMENT

S. D. SURIN, V. J. ARENS

The article describes prospects of physico-chemical technology development with due consideration of existing tendencies in mining industry development and transition to renewable energy resources. General tendencies of searching new lines in physico-chemical methods development which are economically and ecologically advantageous in comparison with the existing traditional natural resources recovery mechanism are described.

Keywords: development prospects, physicochemical geotechnology, renewable energy sources.

ской, так и политической сфере. Во многом это связано с разбазариванием природных полезных ископаемых и формированием ресурсной экономики, направленной на поддержание своей работоспособности за счет продажи добываемых энергоносителей, металлических руд и т.д. Однако необходимо отметить, что финансирование, направленное на поиск и освоение новых месторождений, в настоящее время недостаточно для покрытия нужд не только внешних рынков, но и для обеспечения стабильного внутреннего потребления.

В сложившейся ситуации потребность в полезных ископаемых частично может быть удовлетворена путем использования методов физико-химической геотехнологии (ФХГ) – науки, изучающей условия, средства и способы разработки твердых полезных ископаемых путем перевода их на месте залегания в подвижное состояние и добычу их через скважины. Подвижное состояние полезных ископаемых достигается посредством воздействия тепловыми, массообменными, химическими, гидродинамическими или иными процессами. Методы ФХГ применимы к полезным ископаемым, находящимся как непосредственно в породном массиве, так и к уже извлеченным из недр, и находящимся в отвалах горных производств.

Методы ФХГ позволят с экономической выгодой обрабатывать забалансные месторождения, разработка которых традиционными способами является не-

рентабельной. В перспективе методы ФХГ должны дополнить традиционные способы извлечения полезных ископаемых из породного массива и продлить время эксплуатации месторождений с большим объемом извлекаемого полезного ископаемого. Более того, ФХГ по сравнению с существующими методами разработки месторождений обладает рядом преимуществ, связанных с меньшими объемами горных работ, меньшим количеством вовлекаемого персонала, существенной экологической и экономической эффективностью [1].

Как пример перехода от традиционных методов добычи полезных ископаемых к методам ФХГ можно привести историю развития мировой золотодобычи. В конце XIX в. золото добывалось из мощных жил и россыпей, находящихся вблизи поверхности. Истощение разведанных запасов с одновременным развитием науки и техники обусловило добычу золота карьерным и шахтным способом при активном использовании средств гидромеханизации. В 50-х годах XX века были обоснованы и внедрены средства скважинной гидродобычи и выщелачивания золота, что позволило вести экономически эффективную добычу в маломощных погребенных россыпях через скважины или производить доработку техногенных отвалов.

Согласно исследованиям Н.А. Шилов в техногенных россыпях, образующихся в результате неполной отработки месторождений любых генетических типов, остается преимущественно тонкое и тонкодисперсное золото [5]. Такие «россыпи» могут успешно обрабатываться ФХГ методами выщелачивания. Н.А. Шило показал, что в погребенных россыпях при опробовании шлиховым методом тонкодисперсное золото не учитывается ввиду того, что оно не попадает в ших, а при опробовании пробирным анализом содержание золота может быть в 2 и более раз больше. Причем отработка данных россыпей методами ФХГ может позволить увеличить выход золота также в 2 и более раз ввиду того, что выщелачивание позволяет поднимать на поверхность тонкодисперсное золото, отработка которого традиционными методами практически невозможна.

Если рассматривать экологическую сторону вопроса, то изначально применяемое цианидное выщелачивание золота из породного массива наносило существенный ущерб экологии региона. В настоящее время цианидное выщелачивание золота замещается на хлорное, обладающее существенно меньшим негативным воздействием на экологию, и являющимся более эффективным с экономической точки зрения [4]. Дальнейшее развитие методов добычи золота позволит перейти на бромидное, сульфитное или йодидное выщелачивание, обладающее низким воздействием на экологическую среду по сравнению с традиционными способами или цианидным выщелачиванием. Т.е. происходит замещение традиционных способов добычи золота на методы ФХГ.

По мнению авторов на ближайшую перспективу (15–20 лет) ФХГ должна сфокусироваться на следующих направлениях развития:

1. Совместно с буровым делом разработать и создать технику и технологию для эффективного вскрытия продуктивных пластов (в том числе и наклонными скважинами) месторождений полезных ископаемых для их дальнейшей разработки скважинным методом.
2. Разработать новые и снизить затраты на известные методы подготовки месторождений к отработке, для чего необходимо разработать новые эффективные конструкции оборудования и теоретические основы его использования.
3. Исследовать и обосновать новые методы обеспечения оптимальных режимов работы оборудования и выдачи на земную поверхность рабочих и продуктивных флюидов.
4. Исследовать и обосновать возможность работы с новыми типами флюидов, избирательно реагирующих с полезными ископаемыми без воздействия с вмещающими породами.
5. Разработка и внедрение математических основ и программных средств для решения научно-исследовательских и производственных задач.
6. Комплексная экологическая защита недр и территорий при добыче полезных ископаемых.

Решение данных задач позволит ФХГ эффективно разрабатывать забалансные месторождения, включая горные отвалы современных производств.

Горнодобывающая промышленность очень инерционна. Выполнение работ по внедрению новых технологий, оборудования и материалов, экономически приемлемых технических решений и создание под эти решения материальной базы ведется в течение десятилетий. Поэтому уже в настоящее время необходимо выделить определенные людские и материальные ресурсы для достижения поставленных задач. Пренебрежение этими направлениями развития ведет к еще большему разрыву между развитыми странами и Россией в длительной перспективе.

Развитие ФХГ должно исходить из прогноза потребностей страны в редких или сложных в добыче полезных ископаемых и постоянно корректироваться в связи с конъюнктурой рынка. При постоянном снижении разведанных объемов полезных ископаемых и увеличивающейся трудности их разработки методы ФХГ позволят дольше «продержаться на плаву» компаниям, занимающимся добычей полезных ископаемых и, как следствие, обеспечить работоспособность зависящих от них предприятий.

Как видится авторам данной статьи, ФХГ в длительной перспективе должна изменить свой вектор развития не только обеспечивая добычу твердых полезных ископаемых, но и позволить удовлетворить потребности человека в тепловой и электрической энергии. Данное

направление возможно развить при добыче геотермальной энергии методами ФХГ. В еще более длительной перспективе традиционные исчерпаемые ресурсы будут истощаться (прежде всего жидкие углеводороды). Это означает, что уже сейчас необходима комплексная оценка сложившейся ситуации и разработка концепта к переходу на новые источники получения энергии.

Извлечение минеральных ресурсов из недр может иметь разнообразие взаимосвязи с использованием природных ресурсов тепловой энергии. При неизбежном увеличении глубины горных работ и температуры массива развитие методов управления процессами теплопереноса и развитие геотермальной технологии будут иметь все возрастающее значение в освоении земных недр.

С 1970 годов активно разрабатываются и вводятся в опытно-промышленную эксплуатацию комплексы по получению геотермальной энергии. В США с 1983 г. на Фентон Хилл была начата реализация проекта, обеспечивающим получение энергии в эквиваленте около 10 МВт. За период экспериментов на Фентон Хилл извлеченная геотермальная энергия в 8 раз превосходит энергозатраты на обеспечение работоспособности системы [2]. Японский институт электроэнергетики объявил в 1995 г. о проекте ГеоТЭС мощностью 55 МВт с расчетной стоимостью электроэнергии примерно в 1,5–2 раза дешевле, чем от газовой ТЭЦ или АЭС [8].

На Западе и в промышленных азиатских странах методы добычи альтернативной энергии (геотермальная энергия, использование приливов, ветра и солнца) начинают составлять большую долю энергетического баланса. После аварии на Фукусимской АЭС (Япония) ряд развитых стран полностью или частично переводит энергетический баланс на возобновляемые источники энергии. В Германии развивается концепция «Энергетического поворота» – правительственного курса на постепенный отказ от углеводородной и ядерной энергетики. В рамках данной концепции к 2025 г. планируется увеличить долю электроэнергии, получаемую из альтернативных источников, до 40–45%, а к 2035 г. – до 55–60%. На данный момент на долю «чистой» энергетики приходится около 25% вырабатываемой энергии, основная часть которой производится в солнечной и ветряной энергетике [6].

Озвученные данные не миф, а реальные правительственные программы, уже осуществляемые по всему миру. Китай, являющийся мировым лидером по объему инвестиций в возобновляемые источники энергии, осуществляет программу развития энергетической отрасли, предусматривающей к 2020 г. переход на возобновляемые источники энергии в доле до 15% от общего количества потребления [7].

Дальнейшее отставание в сфере альтернативных источников получения энергии и неспособность оказывать конкуренцию в данной области приведет к стагнации нашей страны и дальнейшей ее изоляции

как в экономическом, так и в политическом смысле.

Перспективными вариантами, которые можно развить в том числе и методами ФХГ, является, например, геотермальная энергия, запасы которой практически неисчерпаемы, или разработка газогидратных залежей в областях распространения многолетнемерзлых пород или на шельфах северных морей. Компания или страна, обеспечившая себе более дешевый и обширный источник получения углеводородов или тепловой энергии, откроет новый «голубой океан» и, естественно, приобретет конкурентное преимущество по сравнению с остальными игроками на рынке. Аналогично, при решении проблемы получения практически бесплатной геотермальной энергии за счет тепла Земли, идущего хотя бы даже на обогрев жилых зданий и промышленных сооружений, произойдет снижение себестоимости производства любой продукции, выпускаемой в районах использования данного способа ФХГ [3].

В любом случае ФХГ должна отталкиваться от насущных проблем общества, во многом предсказывать и предупреждать возникновение потребностей, дефицита и снижения эффективности используемых технологий и приходить на смену старым, опробованным методам и средствам. Для этого необходима смелость в принятии новых парадигм развития горного дела и аккуратное, но, в то же время, непреклонное стремление к созданию новых и улучшению имеющихся технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аренс В.Ж., Гридин О.М., Крейнин Е.В., Небера В.Н., Фазлуллин М.И. и др. Физико-химическая геотехнология. М.: «Горная книга», 2010. 575 с.
2. Дядькин Ю.Д. Основы геотермальной технологии. АГИ, 1985, 176 с.
3. Дядькин Ю.Д. Разработка геотермальных месторождений. М.: Недра, 1989. 230 с.
4. Фазлуллин М.И., Шаталов В.В., Гулов В.А., Авдонин Г.И., Смирнова Р.Н. и др. Перспективы подземного скважинного выщелачивания золота в России. Цветные металлы. 2002. №10. С. 39–46.
5. Шило Н.А. Учение о россыпях. М.: Изд-во Академии горных наук, 2000. 632 с.
6. Energiewende. Сайт Правительства ФРГ. 02.10.2014
7. WEN L., LUND H., VAD MATTHIESEN B. The potential of Renewable Energy System in China. Aalborg University Publication 2009.
8. Proceedings. World Geothermal Congress, Florence, Italy, 1995. V. 1–4. 3028 p.

Аренс Виктор Жанович, д.т.н., профессор, почетный
Вице-президент РАЕН
☎ 119991, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 6,
тел.: +7 (499) 237-47-16, e-mail: mogmsraen@mail.ru

Сури́н Степа́н Дми́триевич, к.т.н., в.н.с. ООО «Газпром
геотехнологии»
☎ 454048, г. Челябинск, ул. Техникумовская, д. 19,
тел.: +7 (903) 597-98-72, e-mail: stepan.surin@gmail.com