

Материалы 7-й Международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов «Опыт прошлого – взгляд в будущее» – Тула: Тульский государственный университет.– 2017. –С. 30-35.

6. Шапурин А.В. О влиянии диаметра заряда на эффективность открытых горных работ / А.В. Шапурин, А.С. Левуцкий, В.П. Темный // Разработка рудных месторождений: сборник научных трудов. – 2010. – №93. – С. 23-27.

7. Мец С.Ю. Эффективный комплекс буровзрывных работ при отработке уступов увеличенной высоты /С.Ю. Мец, А.Ю. Антонов Гірничий вісник: зб. наук. праць. – 2014. – № 97. – С. 7–11.

8. Шапурін О.В. Дослідження взаємозв'язків між властивостями гірських порід, їх енергонасичення при підриванні і кускуватістю у розвалі / О.В. Шапурін, В.М. Серебреніков, Є.М. Швець // Вісник Криворізького національного університету: зб. наук. праць. – 2012. – № 30. – С. 18 – 23.

9. Кутузов Б. Н. Выбор рационального диаметра взрывных скважин на карьерах / Б.Н. Кутузов, А.А. Вареничев // Горн. журн. –1976. –№ 8. –С. 47-51.

10. Фролов О. О. Визначення ефективного діаметру свердловинного заряду з урахуванням техніко-економічної оцінки буропідривних робіт / О.О. Фролов, Ю.С. Мальцева // Вісник Криворізького національного університету: Зб. Наук. Праць. – 2018. – Вип.46. – С. 9 – 14.

УДК 622.2

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ УРАНА ПРИ ПОДЗЕМНОМ СКВАЖИННОМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ Хайруллаев Н.Б., Абен Х.Х., Рахманбердиев А.

*Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева
ТОО "ДП "ОРТАЛЫК", г. Шымкент, Казахстан*

В статье приведены данные о запасах урановой руды в Республике Казахстан, геологические особенности и способ их разработки подземным скважинным выщелачиванием. Описаны преимущества и недостатки, основным из которых является кольтация фильтров и прифильтровых зон. На основе анализа известных способов интенсификации подземного выщелачивания предложено использовать эф-

факт процесса кавитации и перечислены ее конкурентные преимущества по отношению к существующим на рынке.

Развитие науки и техники в современном мире определяется невиданным по своим масштабам научно-техническим прогрессом, характерной чертой которого является очень быстрый рост энерговооруженности производства. Мировое потребление основных энергоресурсов достигло гигантских размеров. Особенностью научно-технической революции является ускоряющееся развитие атомной энергетики, которая становится все более весомой составляющей в производстве электроэнергии. Такие гигантские масштабы развития атомной энергетики потребуют соответствующего обеспечения ее природным ураном. В соответствии с этим возрастут потребности в уране, которые могут быть удовлетворены за счет добычи промышленных руд, разрабатываемых традиционными способами (подземными или открытыми горными работами), и вовлечения в эксплуатацию месторождений в основном гидрогенного генезиса, представленных бедными или убогими рудами, а также месторождений, залегающих в сложных горно-геологических и гидрогеологических условиях. Месторождения второй группы – с бедными и убогими рудами, несущими в себе запасы урана, – до последнего времени не были вовлечены в промышленную разработку традиционными способами добычи по технико-экономическим соображениям. Эта важная задача, имеющая большое народнохозяйственное значение, к настоящему времени в значительной степени решена. Особенно в последнее десятилетие были проведены большие работы по разработке и внедрению в промышленных масштабах геотехнологической добычи урана, получившей название метода подземного выщелачивания (ПВ).

Запасы и ресурсы урана в Казахстане в настоящее время составляют около 1,7 млн. тонн, или около 12 % от общего объема мировых запасов и ресурсов урана (по данным МАГАТЭ). Особенностью запасов урана в Казахстане является то, что около 80 % из них сосредоточено в месторождениях песчаникового типа, в водонасыщенных проницаемых породах, которые пригодны к добыче методом подземного скважинного выщелачивания [1]. Поэтому, единственным и эффективным методом добычи урана в Казахстане является его подземное скважинное выщелачивание (ПСВ).

Метод подземного выщелачивания имеет существенные преимущества перед традиционным горным способом добычи

руд и переработкой их на заводах, так как позволяет снизить себестоимость урановых руд и более полно использовать урановое сырье. К основным достоинствам способа подземного выщелачивания относятся возможность отработки месторождений, приуроченных к сильнообводненным пластам, в том числе бедных и забалансовых для горного способа руд, сокращение срока ввода месторождения в эксплуатацию, автоматизация процессов добычи и переработки продуктивных растворов на поверхности.

Основное требование, предъявляемое к технологическим скважинам при ПСВ-длительное время эксплуатации при сохранении их производительности. Одной из основных причин уменьшения дебита скважин, при применении ПСВ является кольматация фильтров и прифильтровых зон водоносного пласта, которая вызывает увеличение гидравлических сопротивлений и снижение притока раствора в скважины. Наблюдается снижение производительности откачных скважин, причиной чего является механическая и химическая кольматация фильтров и прифильтровой зоны. Кольматирующим веществом обычно является пластовый песок и продукты химических соединений. Заполнение фильтра механическими взвесями происходит в течение всего периода эксплуатации скважин. Часть взвеси откачивается вместе с раствором, а часть, состоящая из более крупных частиц, оседает и накапливается в отстойнике, а затем и в зоне фильтра.

По своей сущности все известные способы интенсификации процесса подземного выщелачивания [2 – 5] можно классифицировать следующим образом:

- гидродинамические;
- физико-химические;
- химические.

Все эти способы в исследуемых пределах могут приводить к сокращению времени выщелачивания и увеличению среднего содержания урана в растворах. Однако практическое осуществление этих способов воздействия связано с огромными материальными и трудовыми затратами. Для повышения извлечения полезных компонентов, снижения времени на выщелачивание и расхода реагентов предлагается технология, основанная на использовании процесса кавитации для активации раствора [6 –8].

Сущность технологии заключается в том, что перед подачей выщелачивающего раствора в рудную массу её активируют с помощью кавитации. В результате механического воздействия (кавитации) на сплошные среды изменяется её структура и тем-

пература, что сопровождается разрывом связей между атомами и разрушением кристаллической решетки. Степень активации раствора зависит от физико-механических свойств, химического состава руды, параметров технологических скважин.

Если понижение давления происходит вследствие возникновения больших местных скоростей в потоке движущейся капельной жидкости, то активация называется гидродинамической.

Гидродинамическая активация возникает в тех участках потока, где давление понижается до некоторого критического значения. Присутствующие в жидкости пузырьки газа или пара, двигаясь с потоком жидкости и попадая в область давления меньше критического, приобретает способность к неограниченному росту. После перехода в зону пониженного давления рост прекращается, и пузырьки начинают уменьшаться. Если пузырьки содержат достаточно много газа, то при достижении ими минимального радиуса, они восстанавливаются и совершают несколько циклов затухающих колебаний, а если мало, то пузырек схлопывается полностью в первом цикле. Сокращение пузырька происходит с большой скоростью и сопровождается звуковым импульсом, тем более сильным, чем меньше газ содержит пузырек. Если степень развития активации такова, что возникает и захлопывается множество пузырьков, то явление сопровождается сильным шумом со сплошным спектром от нескольких сотен герц до сотен кГц. При захлопывании содержащаяся в пузырьке парогазовая смесь, адиабатически (не успевая обмениваться теплом с окружающей средой) сжимается до давления 30 атм и нагревается до температур порядка нескольких тысяч градусов. Весь процесс увеличения и захлопывания пузырьков происходит в течение нескольких миллисекунд. Давление внутри пузырьков и в воде достигает сотен МПа, а температура нескольких тысяч градусов, что вызывает распад молекул воды и образование радикалов с высокой химической активностью.

Предлагаемая технология с учетом химического и минерального состава рудовмещающих пород будет иметь конкурентное преимущества по отношению к существующим на рынке:

- высокая эффективность;
- низкая норма капитальных вложений;
- интеграция в существующую инфраструктуру;
- технология экологически абсолютно безопасна;
- локальная система может работать в автоматическом режиме;
- система малогабаритна.

Библиографический список

1. <http://www.kazatomprom.kz/> - *!/industry/uranium/Uranium-mining-and-products*.
2. Кошколда К.Н., Пименов М.К., Атакулов Т. и др. Пути интенсификации подземного выщелачивания. – М.: Энергоатомнадат, 1988. – 224 с.
3. Арнс В.Х. Скважинная добыча полезных ископаемых. – М.: Недра, 1986.
4. M. Catchpole, W. Robins, *Future global energy demand*. AusIMM Bulletin, 2015.
5. Юсупов Х.А., Джакупов Д.А. Исследование применения бифторида аммония для химической обработки скважин. Горный журнал, М., 2017.
6. Кнэпп Р., Дейли Дж., Хэммит Ф. Кавитация. М.: Мир, 1974. – 678 с.
7. Lauterborn W., *Optic cavitation*, "J. Phys.", 1980, V. 41, Mil, suppl., p. 273.
8. *Innovative Application of Mechanical Activation for Rare Earth Elements Recovering: Process Optimization and Mechanism Exploration*. QuanyinTan, Chao Deng & Jinhui Li. Scientific Reports volume6, Article number: 19961 (2016). <https://www.nature.com/articles/srep19961>.

УДК 622.272

МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ДОСТАВКИ ЗАКЛАДОЧНОЙ СМЕСИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАЛИТОВЫХ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ, ПОЗВОЛЯЮЩЕЙ СОЗДАТЬ БЕЗОТХОДНЫЙ ЦИКЛ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Хайрутдинов А. М.

Российский университет дружбы народов

Проведён анализ проблем, возникающих при транспортировании закладочной смеси от места приготовления к месту укладки в выработанном пространстве. Рассмотрены вопросы уменьшения стоимости закладочных работ при сохранении заданных параметров закладки. Рассмотрены способы активации компонентов закладочной смеси и готовой смеси, что позволяет существенно улучшить качество закладочной смеси. Рассмотрены перспективные направления в исследовательской деятельности.