

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Муравейник В.И. Особенности термодинамических процессов в воздухоподающих стволах глубоких шахт / Муравейник В.И., Алексеенко С.А., Шайхлисламова И.А.; – Днепропетровск: Сборник научных трудов национальной горной академии Украины. 2002. Т.1. №13. С.189-193.
2. Муравейник В.И. Внутренняя энергия и энтальпия рудничного воздуха / Муравейник В.И., Алексеенко С.А., Шайхлисламова И.А.; – Днепропетровск: Науковий вісник НГАУ, 2002. №5. С.88-90.
3. Муравейник В.И. Термодинамика влажного воздуха: Учеб. пособие / Муравейник В.И. и др.–К.: КИСИ, 1978.– 88 с.
4. Пат. 53467 Україна, МПК 7 E21F 3/00. Спосіб кондиціонування рудникового повітря та установка для його здійснення/Муравейник В.І., Алексеенко С.О., Шайхлісламова І.А. та ін.; заявник і патентовласник Національний гірничий ун-т. - №2002064680; заявл. 07.06.02; опубл. 15.12.2006, бюл. №12.

УДК 622.016.25

Е.З. Маланчук, к.т.н.; С.Е. Стець, к.т.н.;
Р.В. Жомырук, к.т.н.; В.В. Величко, инженер
(Национальный университет водного
хозяйства и природопользования)

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

У представленій роботі наведено результати промислових іспитів комплексу геотехнологічного випробування

OPTIMIZATION OF PARAMETERS OF AVTOMATIZATION OF COMPLEX OF GEOTECHNOLOGIC RESEARCH OF DEPOSIT

The results of industrial tests are resulted in the presented work complex of geotechnological assay

Согласно геологическим исследованиям базальтовые месторождения Волыни имеют высокое содержание меди, представляющей промышленный интерес [1]. По данным Ровенской геологической экспедиции одним из таких участков является действующий в наше время Рафаловский базальтовый карьер, который производит строительный щебень [2]. Добыча и переработка базальтов для получения меди в них не производилась. Уникальность месторождения заключается в наличии самородной меди в промышленных масштабах, причем, она содержится в трех основных составляющих по породному составу месторождения – базальте, туфе и лавобрекчии. Кроме того, все три составляющие обладают высоким содержанием титаномагнетита, поэтому в настоящее время изучается вопрос возможности добычи полезного компонента и комплексной переработки месторождения [3, 4].

Для проверки состояния и достоверности использования скважинной геотехнологии на предполагаемом месторождении и обследования выемочных камер на предмет оптимизации параметров автоматизированного комплекса, а

также определения количественных и качественных характеристик извлечения полезного компонента используется передвижной телемеханический комплекс.

Синтез оптимальных экономически обоснованных технических и технологических решений по разработке и добыче ископаемых нашел отражение в исследованиях по созданию и освоению комплекса геотехнологического опробования, который включает:

- агрегат скважинного гидравлического опробования АСГО-50, состоящий из буровой установки УРБ-2А2, снабженной элеватором, модифицированным вращателем и системой управления исполнительного органа (гидромониторного и гидроэлеваторного узлов, а также концентрично расположенных колонн труб диаметрами 127 мм и 89 мм). Назначение АСГО-50 – размыв полезного ископаемого в пределах заданных контуров выемочной камеры и выдача гидросмеси на поверхность для обогащения;

- узел предварительного обогащения, состоящий из агрегата дезинтеграции и классификации АДИК и виброгрохота ГИЛ-32 для обезвоживания концентрата;

- насосно-силовой блок, в качестве которого использован цементируемый агрегат ЦА-320 с насосом 9Т;

- замкнутую систему водоснабжения, состоящую из двух емкостей вместимостью по 50 м³ каждая;

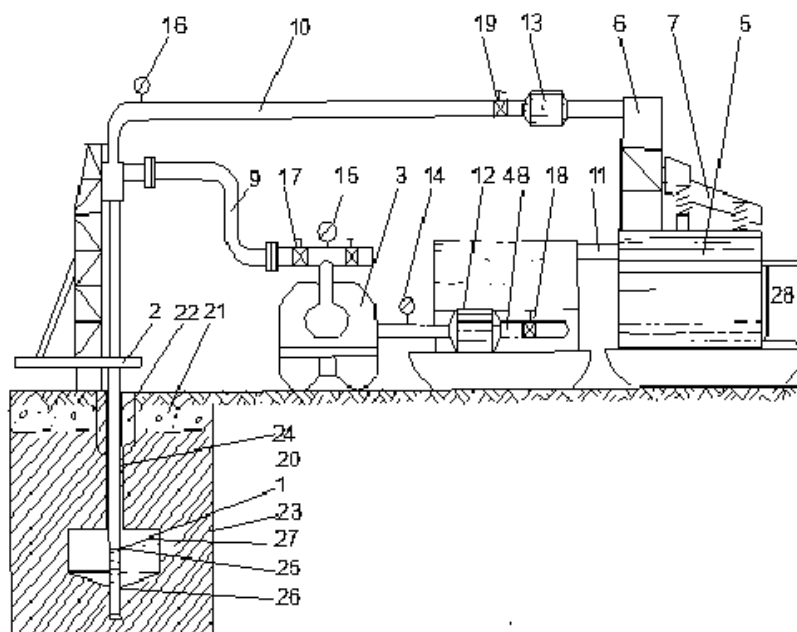
- телевизионный комплекс для документации выемочных камер в воздушной среде;

- контрольно-измерительные приборы (расходомеры, манометры, вакуумметры).

Интервал опробования от 10 до 120 м. Технологическая скважина в пределах четвертичных отложений и целика обсаживается трубами диаметром 160 мм с последующей цементацией затрубного пространства. Диаметр скважины в интервале отбора проб составляет 132 мм, исходя из конструктивных особенностей исполнительного органа.

На рис. 1. представлена схема комплекса геотехнологического опробования, где составными элементами, обеспечивающими его работоспособность, являются: агрегат скважинного гидравлического опробования АСГО-50, состоящий из исполнительного органа 1 и базовой машины 2 (буровой установки УРБ-2А2 с модифицированным вращателем); насосно-силовой блок 3 (насос 9Т на базе автомобиля КРАЗ-257); емкость для воды 4; емкость-отстойник 5; обогатительный узел, состоящий из агрегата дезинтеграции-классификации (АДИК) 6 и обезвоживающего грохота (ГИЛ-32) 7; система трубопроводов 8, 9, 10, 11; контрольно-измерительная аппаратура 12, 13, 14, 15, 16; запорная арматура 17, 18, 19.

В процессе отбора пробы исполнительный орган 1 с помощью базовой машины 2 опускается в предварительно пробуренную скважину 20, которая в пределах четвертичных отложений 21 и целика обсаживается колонной труб 22. Насосом 3 производится подача воды из емкости 4 под давлением 4,0...5,0 МПа через подводящий трубопровод 9 (гибкий высоконапорный рукав) и кольцевую



1 – исполнительный орган АСГО-50; 2 – базовая машина УРБ-2А2; 3 – насосно-силовой блок; 4 – емкость для воды; 5 – емкость-отстойник; 6 – агрегат дезинтеграции-классификации; 7 – грохот ГИЛ-32; 8-11 – система трубопроводов; 12-16 – контрольно-измерительная аппаратура; 17-19 – запорная арматура; 20 – скважина; 21 – четвертичные отложения; 22 – обсадная колонна; 23 – цеолит-сметитовый туф; 24 – колонна труб; 25 – гидромонитор; 26 – гидроэлеватор; 27 – выемочная камера; 28 – контейнер для надрешетного продукта

Рис. 1 – Схема комплекса геотехнологического опробования

полость колонны труб 24 к гидромонитору 25 и насадке гидроэлеватора 26 исполнительного органа.

Совершая плоскопараллельное движение исполнительного органа в вертикальном направлении, высокоскоростной струей размываются туфы 23 с образованием выемочной камеры 27. Полученная пульпа всасывается гидроэлеватором 26 и по центральному трубопроводу колонны 22 через пульповыдающий трубопровод 10 подается в АДИК, в котором частицы пульпы дезинтегрируются с отделением класса $-0,1$ мм в слив, не содержащий меди. Класс $+0,1$ мм поступает на обезвоживающий грохот 7, где разделяется на надрешетный продукт $+0,5$ мм, и подрешетный продукт $-0,5$ мм, почти не содержащий меди, и вместе со сливом АДИКа, поступает в емкость-отстойник 5 для осаждения твердых частиц и частично глинистых фракций. Осветленная вода через трубопровод 11 переливается в емкость 4 для повторного использования.

Насосно-силовой блок 3 обеспечивает заданные параметры по давлению ($4,0 \dots 5,0$ МПа) и расходу воды ($57 \dots 80$ м³/час).

Контрольно-измерительная аппаратура позволяет осуществлять контроль, регулировку и запись параметров процессов опробования. С помощью расходомеров АКРОН-01 (поз. 12 и 13), установленных на всасывающем 8 и выдающем 10 трубопроводах, производится измерение и передача к ПЛК (программируемому логическому контролеру) значений расхода воды, подаваемой к исполнительному органу, и расхода пульпы, извлекаемой из камеры 27, соответственно. Датчиками избыточного давления СДВ-И-А 15, 16 с пределами изме-

рений 0...10,0 МПа замеряются, соответственно, давления на входе в АСГО и на выходе из него. Запись результатов также производится. На основе полученных данных, записанных в память ПЛК, устанавливается баланс производительностей гидромонитора и гидроэлеватора, корректируются диаметры насадок, режимы работы насосного блока и базовой машины.

В процессе опробования происходило частичное обрушение кровли выемочных камер с завалом приемных окон гидроэлеватора, о чем свидетельствовал «прихват» исполнительного органа. Реверс воды в течение 0,5...1,0 мин. позволял произвести в указанных экстремальных условиях эффективную промывку приемных окон с обеспечением их исходной пропускной способности. Полученное при стендовых испытаниях значение выходного диаметра рабочей насадки гидроэлеватора 12,6 мм было в незначительной степени скорректировано до 13 мм, что обеспечило заданную высоту подъема гидросмеси (45...75 м), производительность по пульпе (14...16 м³/час) и скорость всасывания.

В процессе испытания комплекса опробованы системы двух классов – с открытым очистным пространством и магазинированием полезного ископаемого в очистном пространстве.

При использовании системы с открытым очистным пространством производился послойный размыв туфов по направлению сверху вниз, а в пределах каждого отдельного слоя – последовательными горизонтальными заходками снизу вверх с оставлением между смежными слоями целиков из материала, слагающего днища камер. Мощность слоя установлена 0,57 м по размеру свободного хода телескопа исполнительного органа. Горизонтальные заходки принимались мощностью 0,02; 0,05; 0,08; 0,10; 0,20 м. Скорости вращения гидромонитора и время размыва каждой отдельной заходки изменились в пределах 9...20 об/мин и 1...5 минут соответственно. Для образования наклонного днища выемочной камеры время размыва заходок в пределах каждого слоя по мере подъема гидромонитора увеличивалось с интервалом в 1 минуту. Максимальная эффективность размыва достигнута при скорости вращения гидромонитора 9...10 об/мин и мощности заходки 0,05 м. Средняя производительность по твердому составила 2 т/ч, при этом размыв производился гидромониторной струей в воздушной среде.

Переход к системам с магазинированием обусловлен прорывом грунтовых вод четвертичных отложений в выемочную камеру и склонностью цеолит-сметитовых туфов к произвольной дезинтеграции в статических условиях.

После разделения интервала на слои мощностью 0,57 м производился послойный размыв по направлению снизу вверх, причем материал, полученный в процессе размыва, по крайней мере одного слоя, размещался в донной части выемочной камеры и подвергался выстаиванию под слоем воды в течение 12...15 часов. Выдача гидросмеси на поверхность осуществлялась после выстаивания путем послойного смыва материала, размещенного в донной части выемочной камеры к приемным окнам гидроэлеватора. Средняя производительность комплекса по твердому составила 1,3 т/ч. Достоинством систем с ма-

газинированием является возможность значительного уменьшения размеров предохранительного целика, а, следовательно, увеличения объема добычи, недостатками – ограниченная область применения и сравнительно низкая производительность.

В рамках программы испытания комплекса геотехнологического опробования проверена работоспособность скважинного телевизионного комплекса СТК для документации выемочных камер.

Опытный образец скважинного телевизионного комплекса СТК состоит из двух основных частей: скважинного снаряда и наземного комплекса аппаратуры. В комплект образца входит вспомогательное оборудование, содержащее несущие штанги, линию связи и скважинный ствол.

Скважинный снаряд выполнен в виде цилиндрического, со смотровыми иллюминаторами, корпуса, в котором размещаются установленные на металлическом шасси телекамера, наклонные зеркала, осветитель, источник светового луча, линза. Наклонное зеркало, осветитель, источник светового луча и линза составляют осветительную и проекционную систему скважинного снаряда.

Наземный комплекс состоит из блока камерного телевизионного (БКТ), измерителя, видеоконтрольного устройства (ВКУ) и пульта управления.

После размещения снаряда в скважине через иллюминатор осветительной системы освещаются стенки выемочной камеры, а проекционной системой строится на мишени передающей трубки ее оптическое изображение, которое преобразовывается в видеосигнал и передается по телевизионному кабелю связи в блок БКТ наземного комплекса.

В БКТ производится его коррекция, необходимое усиление и формируется полный телевизионный сигнал, передаваемый по линии связи на вход измерителя для выделения серии импульсов. На экране ВКУ воспроизводится изображение стенки выемочной камеры.

Работа скважинного телевизионного комплекса в режиме измерения заключается в считывании со стенки выемочной камеры проекции горизонтального светового луча, передаче по телевизионному каналу на экран ВКУ и определении с помощью измерителя суммы строк от верхней границы экрана до изображения проекции луча, которая служит масштабным отображением расстояния до стенки камеры.

Максимальная глубина производства измерений составила 80 м, при этом испытания производились в воздушной среде с повышенной влажностью и при температурах в диапазоне от +6 °С до +18 °С. Наблюдения были осложнены обильным капежом, а также градиентом температур на поверхности и в точках измерений.

Скважинный снаряд опускается на заданный интервал посредством штангового става, вдоль которого располагается линия связи. Вращение скважинного снаряда производится вручную. При этом замеры осуществляются через угловой интервал 16°, что позволяет получать достоверную картину, отвечающую требованиям, принятым в практике документации подземных полостей. Получаемая информация регистрируется на экране видеоконтрольного устройства с

получением расстояния от оси скважинного снаряда до стенки выемочной камеры. Одновременно производятся визуальные наблюдения получаемого на экране ВКУ изображения, что позволяет существенно расширить познание геологического объекта. Получаемые изображения документируются. Достоверность опробования определяется соответствием содержаний компонентов в пробах их содержанием в тех объемах, из которых они отобраны и обеспечивается: совершенством технических средств для выемки пробы из массива исследуемого объекта, извлечения меди и других сопутствующих металлов из камер; строгой последовательностью процессов очистной выемки в оптимальных режимах; правильностью обработки и анализов проб; совершенством скважинных телевизионных комплексов для документации выемочных камер с заданной точностью.

Точность опробования определяется технической погрешностью пробы:

$$\Delta = C - C_i, \quad (1)$$

где C – истинное содержание полезного компонента в опробованном объеме; C_i – содержание полезного компонента в пробе.

Для оценки точности при использовании комплекса геотехнологического опробования на месторождении Полицкое в непосредственной близости от шахтных стволов (10 м и 30 м, соответственно) были отобраны, обработаны и проанализированы результаты сравнения содержания меди в пробе с содержанием по шахтному стволу, которое принято за истинное на одинаковых дискретных интервалах.

Анализ результатов опробования предлагаемым методом по сравнению с отбором проб из открытых карьерных выработок показал высокую достоверность, при этом содержание меди по результатам испытаний комплекса на месторождении Полицкое составило 1,5 кг на тонну. Содержание меди по результатам исследования месторождения Полицкое открытыми горными выработками в днище базальтового карьера составляет 1,6 кг на тонну.

Комплекс геотехнологического опробования является альтернативой проходки геологоразведочных скважин для целей разведки медных залежей в туфах и туфобрекчиях Рафаловского и Берестовецкого месторождений Ровенско-Волынского региона.

Рекомендуемые глубины опробования и радиусы образованных камер зависят от физико-механических свойств размываемых пород и колеблются в пределах 1...5 м, соответственно. Диаметр приемных окон исполнительного органа АСГО-50 обеспечивает извлечение из выемочных камер самородков меди размером до 20 мм.

Комплекс геотехнологического опробования рекомендуется для крупномасштабного опробования объектов, сложенных псамитовыми, алевритовыми, псефитовыми туфами и туфобрекчиями, залежей янтаря, фосфоритов, строительных материалов и других полезных ископаемых в мезозойско-кайно-

зойских отложениях вдоль западного крыла Полесской седловины и западного уклона Украинского кристаллического щита.

Благодаря простоте и низкой себестоимости извлечения проб, комплекс может быть эффективно использован при добыче полезных ископаемых из месторождений, которые из-за сложных горногеологических условий или низкого содержания полезного компонента отнесены к забалансовым.

Кроме того, исследованный комплекс геотехнологического опробования может быть успешно применен для интенсификации других геотехнологических методов, например подземного выщелачивания при проведении горных выработок [5], производстве строительных работ (сооружение подземных полостей, фундаментов, упрочнение грунта, намыв дамб) и других работ многоцелевого назначения.

Мобильность и простота комплекса обеспечивают оперативность проведения работ (монтаж осуществляется бригадой рабочих из 4 человек в течение смены) и возможность эффективной эксплуатации в труднодоступных районах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технологія і керування гідровидобутком корисних копалин: Монографія / За ред. д.т.н., професора З.Р. Маланчука. – Рівне : НУВГП, 2009. – 480 с.
2. Матеюк В.В. Досвід вивчення базальтових потоків у трапах Волині при геологічній зйомці та пошуках родовищ самородної міді / В.В. Матеюк, В.Г. Мельничук // В кн.: Регіональні геологічні дослідження в Україні і питання створення "Держгеолкарти-2000". – Київ : Геоінформ, 2001. – С. 168-170.
3. Маланчук З. Р. Научные основы скважинной гидротехнологии / З.Р. Маланчук. – Ровно, 2002. – 372 с.
4. Черней Э.И. Научные основы комплексного освоения недр. В 2-х томах / [Э.И. Черней, Р.М. Постоловский, Н.Г. Сорока и др.]. – Ровно : Ровен. обл. типография, 2002. – Т. 1. – 859 с.; Т. 2. – 764 с.
5. Аренс В.Ж. Скважинная гидродобыча полезных ископаемых / В.Ж. Аренс, Б.В. Исмагилов, Д.Н. Шпак. – М. : Недра, 1980. – 229 с.

УДК 622.673.1

К.С. Заболотный, д.т.н.,
А.Л. Жупиев, ст.преп.,
Е.Н. Соснина, асп.

(Государственное ВУЗ «НГУ»)

ОБОСНОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ БАРАБАНА И РАСЧЕТНЫХ НАГРУЗОК ШАХТНОЙ ПОДЪЕМНОЙ МАШИНЫ

Наведено результати моделювання навантаження барабана шахтної підйомної машини ЦР – 6х3,4/0,6

RATIONALE OF COMPUTER MODEL OF MINE WINDER DRUM AND ITS CALCULATED LOADS

The results of modeling loading of mine winder "ЦР – 6х3,4/0,6" are considered

Актуальность работы. Уменьшение металлоемкости и повышения прочности и долговечности барабанов шахтных подъемных машин (ШПМ) – актуальная техническая задача