

УДК 622.271

*Е.К. Бабец, к.т.н., профессор, член-корреспондент АГНУ, директор,
А.В. Петрухин, зам. директора, В.И. Антоник, к.б.н., с.н.с.,
Б. Е. Яценко зав. лабораторией, А.Н. Костянский, н.с., к.т.н.
Научно-исследовательский горнорудный институт ГВУЗ «КНУ»*

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЗАЦИИ РАЗРУШЕНИЯ КРЕПКИХ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ИХ БЕЗВЗРЫВНОЙ РАЗРАБОТКЕ В ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ КАРЬЕРАХ

Розглянуто сучасні методи безвибухової підготовки гірських порід до виїмки на основі використання механічних і термомеханічних засобів їх руйнування. Застосування комбайнів Vermeer в комплексі з пристроєм для фізичного руйнування скельних порід дозволить за раціональних умов його застосування відмовитися від проведення вибухових робіт. В результаті виключається викид пилу і газів від вибухових робіт, в кар'єрі створюється більш екологічно чиста технологія виїмки руди, зменшуються викиди шкідливих речовин у навколишнє середовище.

Ключові слова: безвибухове руйнування гірських порід, фрезерний комбайн, механічний метод руйнування гірських порід.

Рассмотрены современные методы безвзрывной подготовки горных пород к выемке на основе использования механических и термомеханических способов их разрушения. Применение комбайнов Vermeer в комплексе с устройством для физического разрушения скальных пород позволит, при рациональных условиях его применения, отказаться от производства взрывных работ. В итоге исключается выброс пыли и газов от взрывных работ, в карьере создается более экологически чистая технология выемки руды, уменьшаются выбросы вредных веществ в окружающую среду.

Ключевые слова: безвзрывное разрушение горных пород, фрезерный комбайн, электроимпульсный метод разрушения горных пород.

Current methods besttravel preparation of rocks for excavation based on the use of mechanical and thermomechanical methods of their destruction. The application combines the Vermeer in combination with a device for physical destruction of rocks will allow rational in terms of its application to abandon the production blasting. In the end, eliminates the emission of dust and gases from blasting in a quarry created an environmentally friendly technology to mine ore, reduced emissions of harmful substances into the environment.

Keywords: besttravel rock destruction, milling combine, elektroimpulsnoy method of destruction of rocks.

Состояние проблемы. До настоящего времени важнейшей проблемой для большинства горнодобывающих предприятий, особенно с открытой разработкой полезных ископаемых, остается уменьшение вредного воздействия на окружающую среду. Увеличение производства

железородного сырья традиционным буровзрывным способом в карьерах Кривбасса сопровождается увеличением объемов взрывных работ. Одним из недостатков применения такой технологии подготовки скальной горной массы к выемке являются многотонные газопылевые выбросы в атмосферу, что крайне неблагоприятно сказывается на экологической ситуации. Масса заряда взрывчатого вещества при массовых взрывах обычно составляет от 500 т до 1200 т. Буровзрывные работы, как правило, применяются при разработке изверженных, скальных и метаморфических пород с диапазоном крепости на сжатие 20–150 и более МПа [1]. К недостаткам взрывного дробления относят не только выбросы в атмосферу пыли и газов, но и сейсмическое действие на объекты, расположенные вблизи карьеров, в том числе и на жилые застройки. Проведение взрывных работ в карьере требует также остановки горного производства, эвакуации людей и оборудования из опасной зоны, что приводит к экономическим потерям.

Кроме взрывного способа разрушения горных пород известны другие способы: механический, гидравлический, термический, электрический, комбинированный (термомеханический). Эти способы по эффекту разрушения горных пород, безусловно, менее эффективны, однако с точки зрения экологичности они во много раз превосходят буровзрывной способ и прежде всего потому, что не приводят к образованию большого количества мелкодисперсной силикозоопасной кварцевой пыли.

Использование методов безвзрывного разрушения скальных горных пород соответствует задачам, поставленным в действующей в настоящее время в Кривбассе программе до 2016-2025 г., принятой на XII сессии Криворожского горсовета и Днепропетровской областной комплексной программой (стратегией) экологической безопасности и предупреждения изменения климата на 2016-2025 годы (принятой 15.06.2016 №57- 4/VII). Уменьшение техногенного влияния ГОКов на состояние окружающей природной среды можно считать одной из актуальных задач в решении экологических проблем Кривбасса.

Применение технологий безвзрывных способов разрушения скальных пород позволяет значительно улучшить экологию открытых разработок, существенно снизить техногенную нагрузку на окружающую среду и уменьшить размеры санитарно-защитной зоны карьеров.

Известно, что с ростом крепости и абразивности пород значительно возрастает трудоемкость их дробления. Одним из наиболее простых способов безвзрывного разрушения скальных пород являются механические и термомеханические способы. Механическое разрушение - это отделение горных пород от массива или их измельчение путем воздействия специального породоразрушающего инструмента. При механических способах разрушения в основном за счет сжатия и скалывания в породе

создаются напряжения, превышающие предел ее прочности, что и приводит к разрушению.

При ударном способе разрушение горных пород достигается с помощью ударника, обладающего определенной массой и скоростью, т.е. энергией удара. На горных предприятиях в основном используют механическое разрушение, осуществляемое устройствами воздействия на разрушаемую среду сосредоточенными динамическими нагрузками – молотами. Сущность технологии заключается в том, что мощными и точными ударами разрушаемому объекту передается большое количество кинетической энергии (от 80 до 400 кДж), которую он не в состоянии поглотить, вследствие чего происходит его объемное разрушение.

Основными известными видами горного оборудования, применяемого для механического разрушения массива трещиноватых горных пород, является: *экскаватор с гидравлическим молотом* (экскаватора ГМ) и *бульдозер-рыхлитель*.

Выбор оборудования зависит от физических свойств горных пород и полезного ископаемого. Конструктивная особенность заключается в том, что гидравлический молот устанавливается на экскаватор вместо ковша. Область применения такого оборудования ограничивается крепостью горных пород до 130 МПа. При наличии экскаватора ГМ, его используют для выполнения ударного разрушения крепких горных пород, находящихся в массиве [1]. В качестве источника энергии применяют гидравлический привод экскаватора. Средняя плотность потока энергии у этих машин составляет до 77 Вт/см², коэффициент полезного действия – до 38 %, а ударная мощность – до 40 кВт [2].

Согласно исследованиям А.В. Ложникова [1] наибольшее влияние на производительность экскаватора ГМ имеет масса гидравлического молота, который производит непосредственную отбойку горного массива. Использование экскаватора ГМ в качестве элемента безвзрывной технологии разработки крепких горных пород перспективно на карьерах небольшой мощности [1]. При отработке уступа в этом случае возможны две схемы постановки экскаватора: на верхней или на нижней рабочей площадке. В первом случае отбойку горных пород экскаватор ГМ выполняет как бы «под себя», находясь на поверхности рабочей площадки уступа высотой Н (рис.1).

При работе экскаватора ГМ на нижней рабочей площадке целесообразно разделение основного уступа на два подступа меньшей высоты ($h = \frac{1}{2}H$), которые разрабатываются по схеме «на себя» в порядке очередности (рис.2), а обрушение породы реализуется без затруднений. В случае подготовки к выемке не крепких трещиноватых пород возможно также использование *бульдозера-рыхлителя*. Область его рационального применения определяется разрыхляемостью (показатель трудности

разрушения) горного массива. Разрыхленная горная масса в дальнейшем перемещается скрепером или бульдозером на отвал или склад.

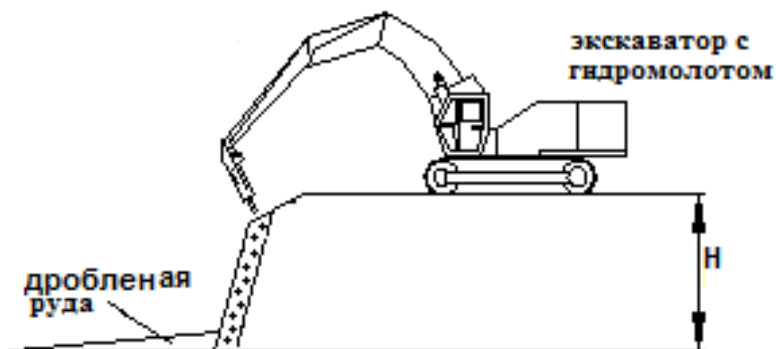


Рис. 1. Работа экскаватора с гидравлическим молотом при отработке уступа с верхней рабочей площадки

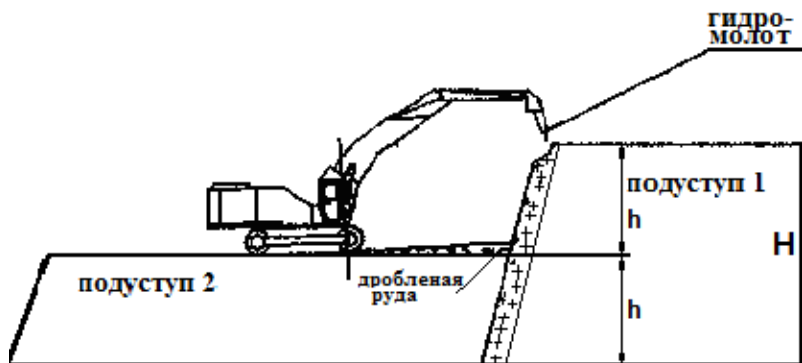


Рис. 2. Отработка экскаватором с гидравлическим молотом уступа с разделением на два подступа

Примером подобной технологии, но реализуемой с помощью специального оборудования, является современная технология FRACTUM (Дания), которая обладает следующими достоинствами [2]:

- высокая производительность за счет относительно большой энергии удара (до 400 кДж);

- безопасность в эксплуатации, что делает возможным использование молота вблизи работы другого оборудования и персонала. Его работоспособность практически не зависит от климатических условий;

- простота конструкции, которая обеспечивает необходимую долговечность молота в работе;

- благодаря новому способу крепления молота к экскаватору, значительно снижается негативное воздействие ударных нагрузок на базовую машину, что существенно продлевает срок её службы и снижает эксплуатационные затраты.

Альтернативой молотам FRACTUM BRECHER (Дания) в определенной степени могут стать отечественные *дизель-молоты*, применяемые в строительстве при забивке свай [2]. Эти молоты позволяют создавать механические импульсные нагрузки с высокой энергией единичного удара – от 2 до 54 кДж и выше с частотой до 100 ударов в минуту. К преимуществам механического дробления с помощью дизель - молота следует отнести:

- сокращение времени разработки технологии в связи с применением серийного изделия дизель – молота;

- не требуется разрабатывать базу установки, поскольку в качестве ходового шасси может быть использован серийный бульдозер;

- возможно изготовление самоходной ударной установки при наличии указанного оборудования в условиях горнорудных комбинатов;

- дизель-молоты по ударной мощности превосходят известные электрогидропневмобутобой;

- дизель-молот и бульдозер работают на дизельном топливе, что позволяет обеспечивать автономность самоходной установки;

- дизель-молоты экономичны и просты в управлении;

- относительно небольшая себестоимость работ по дроблению.

Разработка конструкции установки на базе дизель-молота для конкретных условий карьеров Кривбасса не представляет особой технической трудности и может быть реализована не дорогим проектом.

Эффективное дробление всей гаммы пород, характерных для рудных карьеров Кривого Рога, можно осуществлять установками дизель-молотов с регулируемой энергией единичного удара в пределах $0,5 \div 20$ кДж и с частотой $45 \div 130$ уд/мин. Увеличение энергии единичного удара свыше 20 кДж является нецелесообразным, так как ведёт к незначительному повышению производительности установки, но энерготраты приводов увеличиваются [2]. Преимущество и техническая простота дизельных молотов позволяют предполагать, что в ближайшей перспективе их промышленное освоение и использование в горнорудном производстве

позволит существенно повысить эффективность и экологичность технологического процесса разрушения скальных горных пород в карьерах.

Во многих странах мира в настоящее время на карьерах с различными полезными ископаемыми широко используют **фрезерные комбайны**, представленные производителями горного оборудования Wirtgen, TAKRAF или Vermeer. Основным преимуществом этих горных машин является возможность разработки горных пород крепостью до 90 МПа из массива без предварительной буровзрывной подготовки. В этом случае разрыхленная горная масса без дополнительного измельчения в дробилке может сразу поступать на обогатительную фабрику или потребителю [1].

Фрезерные комбайны с погрузочной консолью могут выполнять также функцию выемочно-погрузочной машины, способной погружать разрыхленную горную массу с подошвы уступа в транспортные средства непосредственно во время ее выемки. Разрушение горной породы при фрагментировании происходит раздавливанием ее статическим усилием, но более эффективно когда породоразрушающее действие сочетает динамическое и статическое воздействие на породу.

Увеличение крепости пород монолитного горного массива существенно уменьшает производительность фрезерного комбайна и эффективность его применения. Комбайны могут иметь достаточную производительность лишь при разработке горных массивов с высокой трещиноватостью [1].

Исследования, выполненные компанией Wirtgen, показывают, что возможность разработки более крепких горных пород фрезерным комбайном одной и той же мощности возможно за счет уменьшения диаметра фрезерного барабана комбайна и глубины фрезерования. Так, практические испытания подтвердили, что уменьшение диаметра фрезерного барабана с 1860 до 1500 мм позволяет увеличить предельную крепость горных пород при разработке с 50 до 80 МПа [1].

Интересен опыт использования технологии для безвзрывной разработки горных пород фирмы Вермеер, которая предлагает свою землеройную машину (**выемочный комбайн SEM**) для работы на уступах в карьерах. В зависимости от модели SEM может за один проход срезать пласты шириной до 4,6 м и до 813 мм глубиной (рис.3). Выемочный комбайн имеет поворачивающийся барабан с ножами с двусторонним выравниванием и может быть укомплектован мощными двигателями Катерпиллер мощностью от 261 до 447 кВт, успешно работающими по некоторым прочным породам рудника. Наибольшая степень проникновения в породу забоя достигается при вертикальной технологии выемки сверху вниз или по технологии ТЕСTMPlus, которая способствует увеличению производительности комбайна за счет того, что зубцы реза глубже проникают в породу [3].

Выемка горной массы с помощью комбайна SEM по технологии Terrain Leveler (выравнивания поверхности) дает продукцию, которая не требует первичного дробления, чем значительно удешевляет производство. Не требуется также бурить вертикальные скважины и использовать взрывчатку.



Рис. 3. Наземная землеройная машина Vermeer серии Terrain Leveler (SEM)

Комбайн Вермеер также успешно используется для предварительного разделения руды и пустой породы еще на стадии отработки уступов карьера.

Опыт использования комбайнов Vermeer T1255 Terrain Leveler на медном руднике Фунгуруме в Конго показывает, что они в 4 раза более избирательно отделяют пустую породу от руды по сравнению с буровзрывными технологиями, причем средняя производительность выемочных комбайнов в условиях рудника составляет 650 т/ч [3].

К недостаткам использования фрезерных комбайнов следует отнести переизмельчение части горных пород, что приводит к потере до 30 % объема фракционной продукции. Имеет место также относительно высокая себестоимость разработки крепких горных пород механическим способом в основном из-за значительных энергозатрат.

Горные породы, крепость которых превышает допустимую для работы горных комбайнов (SEM), могут быть предварительно ослаблены путем создания трещин, например, с помощью установок, подобных экскаватору ГМ (рис.4).



Рис. 4. Пример применение кинетического молота Fractum

Уменьшение энергоемкости разрушения горной породы инструментами режуще-скалывающего действия можно достичь за счет создания породоразрушающего инструмента, максимально соответствующего по своим характеристикам прочностным свойствам горных пород. Для дробления скальных пород предпочтительнее применять инструмент в виде клина, в случаях, когда желательно, чтобы трещины в породе распространялись в стороны от лезвия клина. Отступая от открытой стенки забоя, забивают инструмент до образования трещин. Трещины образуются легче, если инструмент забит на некоторую глубину, а его поперечное сечение достаточно велико. Исходя из вышесказанного, для разрушения в основном рекомендуют инструменты в виде пирамиды (четырёхгранной, трёхгранной). При этом наибольшее значение коэффициент передачи энергии имеет при нанесении удара конусной и долотчатой пикой и составляет $0,85 \div 0,90$. Для крестообразной формы инструмента он составляет $0,62$, сферической – $0,6$ [2]. Величина удельной энергии разрушения, при которой начинаются развиваться внутренние повреждения в граните имеет наименьшее значение для клинового инструмента и находится в пределах $5 \div 7$ кДж/м²; для сферического и конического – $10 \div 15$ кДж/м². Удельная энергия, при которой происходит разрушение куска за один удар для клинового инструмента равна $15 \div 20$ кДж/м², для сферического и конического в пределах $30 \div 40$ кДж/м². Таким образом, клиновидный рабочий инструмент обеспечивает минимальную удельную энергию разрушения горной породы [2].

Одним из вариантов снижения энергозатрат может быть использование ***электротермических методов***, в том числе на основе электротеплового пробоя, индукционного и волнового нагрева, а также

электровзрывных методов, (электродинамического на основе высоковольтного пробоя и электроимпульсного). Еще в 1950 г. И. И. Каляцкий выполнил исследования, позволившие предложить способ отбойки углей электрическим пробоем с использованием генераторов импульсного напряжения.

Известно, что с увеличением крепости пород скорость механического бурения снижается, тогда как при термическом воздействии на породу наблюдается обратная картина, т.е. с ростом крепости породы возрастает и скорость бурения [4]. При **термомеханических способах бурения** нагрев породы вызывает значительное снижение ее прочности, а окончательное разрушение достигается механическим способом, при этом тепловое воздействие осуществляется целенаправленно для предварительного снижения сопротивляемости породы последующему механическому разрушению. Использование эффекта от комбинации термического и механического способов разрушения породы, действеннее, чем дает каждый из этих способов отдельно. Нагрев породы распространяется в очень тонком слое, что обуславливает малые значения энергоемкости процесса разрушения. Производя локальный нагрев породы в тонком слое можно добиваться экономии энергоресурсов. Доказано, что эффект разрушения пород при термомеханическом бурении облегчается за счет различных величин коэффициента теплового расширения составных частей минералов, неравномерного их нагрева и появления в них термических напряжений [5].

Эти факторы обуславливают основное направление в поисках эффективных средств и устройств, реализующих принцип теплового воздействия на породу. Высокочастотный нагрев диэлектриков (к которым относятся большинство горных пород), в том числе и Криворожских месторождений железной руды, обычно производится в электрическом поле. Известно, что электрической пробой твердых диэлектриков часто сопровождается их механическим разрушением. Большинство горных пород является плохо проводящими электрический ток материалами. Поэтому заслуживает внимания идея использования известного явления теплового и теплоэлектрического пробоя диэлектриков для разрушения горных пород.

Физической основой разрушения горных пород токами высокой частоты является их локальный высокочастотный нагрев, который сопровождается возникновением разрушающих температурных напряжений. Известны два метода косвенного нагрева породы: **электротермический** (разрушение породы в результате диэлектрического нагревания с использованием токов низкой, высокой и сверхвысокой частоты); **электроиндукционный** (нагрев с помощью высокочастотных магнитных полей). Электрической пробой твердого тела происходит в тот момент, когда

достигается предел электрической прочности породы и происходит её разрушение.

В настоящее время разработаны следующие схемы электротермического воздействия на горную породу для её разрушения: контактная передача теплового поля от генератора непосредственно горной породе; воздействие на породу высокотемпературной струей газов (плазматрон); разрушение породы при электрическом пробое (импульсный высоковольтный разрядник); разрушение пород в переменном электромагнитном поле (конденсаторные устройства, магнетрон).

Все описанные электроимпульсные способы нагрева и разрушения пород характеризуются энергетической эффективностью, хотя имеют определенные технологические особенности. Их можно рассматривать как подготовительные операции, которые нарушают целостность горного массива, а окончательное извлечение сырья, безусловно, требует механического доизмельчения материала, например, с помощью описанного выше гидромолота или выемочного комбайна SEM. Важно отметить, что рассматриваемый способ ведения добычных работ по своей эффективности может превосходить традиционные способы [6]. Если говорить об использовании описанных технологий на Криворожских карьерах, то вопрос, безусловно, требует специальных исследований и опытных образцов техники.

Технология безвзрывного ведения добычных работ в карьерах в настоящее время широко внедряется во всех передовых странах мира, а в исследовательском центре г. Карлсруэ (Германия), создан даже исследовательский институт электроразрядных и микроволновых технологий и бурения. Специалистами института доказано, что для получения скорости электроимпульсного бурения, сопоставимой с лучшими показателями механических способов, достаточно частоты импульсов 4 - 6 имп./с [6].

Экспериментально доказана также возможность **электроимпульсного разрушения пород** в паровоздушной среде. При этом в атмосфере электрически прочного газа под давлением достигается эффект разупрочнения материала каналами незавершенного пробоя при воздействии импульсов напряжения наносекундной длительности. Процесс может реализовываться как в жидкой диэлектрической среде, так и в воздухе (в принципе в любом газе и даже в вакууме). Исследованиями доказана высокая разрушительная эффективность способа разрядно-импульсной обработки скальных горных пород. Для электроимпульсного разрушения целиков предложен даже вариант импульсного высоковольтного разрушения горных пород без второго электрода, когда его функцию выполняет электропроводящая породная масса в недрах Земли [6].

Схемы генераторов высоковольтных импульсов обычно включают зарядное устройство и сам генератор высоковольтных импульсов, в качестве которых чаще всего использовались импульсные трансформаторы (ИТ) (рис.5) и коммутирующие устройства. Генераторы импульсов могут располагаться непосредственно перед горным уступом, что снимает проблемы, связанные с передачей высоковольтных импульсов на расстояние. [7].

В исследованиях на образце ИТ с разомкнутым магнитопроводом был достигнут КПД энергопередачи 80%. Глубину внедрения разряда в поверхностный слой горного массива, (т.е. потенциальный объем разрушения) можно изменять путем выбора величины импульсного напряжения. Для хрупких материалов (при малой глубине внедрения разряда или при пробое фрагментов породы небольшой крупности) энергию следует выделять достаточно быстро. Чтобы обеспечить оптимизацию процесса электроимпульсного разрушения больших массивов, необходимо применять комбинированные схемы генератора импульсов с двумя источниками разного уровня напряжения и энергии. В этом случае энергией одного источника (с высоким уровнем напряжения) обеспечивают электрической пробой породы, а энергией второго источника (с более низким уровнем напряжения) производят непосредственное разрушение породы, что позволяет достигать наибольшей энергетической эффективности [6].

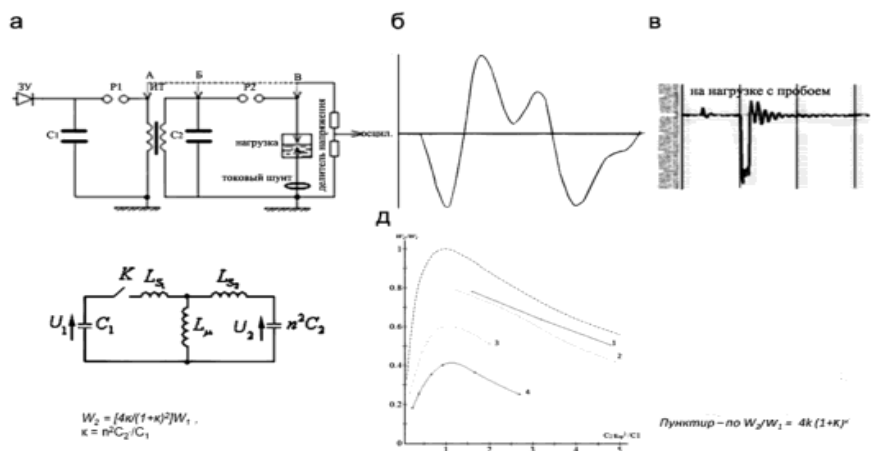


Рис.5. Переходные процессы в генераторе импульсов с импульсным трансформатором: а – электрическая схема генератора; б – осциллограмма напряжения на обостряющей емкости в режиме холостого хода; в – осциллограмма напряжения при нагрузке; г – схема замещения; д – энергопередача в обостритель [6]

Большое практическое значение для конкретного карьера имеет определение условий эффективного электрического пробоя горного массива в широком диапазоне параметров волн импульсного напряжения, что достигается настройкой оборудования для работы в конкретных условиях и может повысить производительность и снизить энергоемкость разрушения.

В результате использования методов предварительного разрыхления и ослабления целика твердых горных пород, основанных на различных физических принципах: электротермических, электровзрывных на основе электротеплового пробоя и электродинамических, можно достигать оптимальных условий при использовании выемочных комбайнов SEM для работы и по породам Криворожских железорудных карьеров.

Выводы. Горнодобывающая промышленность Украины и, в частности, Криворожские горнодобывающие предприятия, пока еще значительно отстают по технике и технологии ведения добычных работ, в том числе в карьерах от перспективы экологически безопасного горного производства. За последние 30-40 лет практически не проведено каких – либо существенных модернизаций производства для радикального решения экологических проблем при освоении недр, которое остаётся на застойном уровне потребительского отношения, как в использовании минерального сырья, так и в вопросах улучшения природоохранной составляющей производства. Многие страны мира на сегодня в значительной степени отказались от «грязного» способа добычи железной руды буровзрывным способом. Поэтому горнякам Украины необходимо значительно увеличить инвестиции в оптимизацию горнорудного производства используя возможности для выемки крепких скальных пород без производства буровзрывных работ, в том числе описанными в статье способами, что будет способствовать несомненному улучшению экологических условий как в карьере, так и в целом в регионе.

Список использованных источников:

1. Перспективы применения безвзрывных способов разработки крепких горных пород на карьерах // А.В. Ложников. Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», Днепропетровск. Сучасні технології в машинобудуванні, транспорті та гірництві. Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. Випуск 1/2015 (90). Частина 2. С.87- 92.

2. Федосеев А.П. «Выбор рациональных параметров ударного инструмента для дробления негабарита» // Диссерт. на соиск. уч. степени канд. техн. наук. «Уральский государственный горный университет». Екатеринбург –2014г., с.111.

3. Surface production. International mining hall of fame //International Mining, MAY 2015, p. 38.

4. Буровая техника (25349) // <http://baumanki.net/show-document/1-93662/c3f9d7ffe521ba395238b86d9938d2bd/2/>.

5. Термические способы разрушения горных пород. Рубрика: бурение скважин в условиях изменения агрегатного состояния пород. <http://teplozond.ru/burenie-skvazhin-v-usloviyah-izmeneniya-agregatnogo-sostoyaniya-gornyx-porod/termicheskie-sposoby-razrusheniya-gornyx-porod.html>.

6. Усов А.Ф., Хи М. Арктические перспективы электроимпульсного способа разрушения материалов и задачи их научно-технического обеспечения //Кольский научный центр РАН, Центр физико-технических проблем энергетики Севера КНЦ РАН - Вестник Кольского научного центра РАН 2/2016 (25).- С.111-123.

7. Усов А.Ф. Полувековой юбилей электроимпульсного способа разрушения материалов // Кольский научный центр РАН, Центр физико-технических проблем энергетики Севера КНЦ РАН - Вестник Кольского научного центра РАН. 2012, № 4.- С. 166- 193.

Рукопис поступила 10.04.2016 г.

УДК 622.274.5:622.341

В.В.Цариковский, д-р техн. наук, зав. отделом,
Вал.В.Цариковский, канд.техн.наук, ст. научный сотрудник,
В.Я.Козариз, канд.техн.наук, зав.отделом,
Т.Т.Седунова, зав.лабораторией, **А.Ф.Мигуль**, **Д.А.Рубцов**, инженеры,
Научно-исследовательский горнорудный институт ГВУЗ «КНУ»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМ ЭТАЖНОГО ОБРУШЕНИЯ С УЧЕТОМ ДОПУСТИМЫХ ОБЪЕМОВ ВЗРЫВАЕМЫХ ВВ ПРИ ОТРАБОТКЕ МАГНЕТИТОВЫХ КВАРЦИТОВ ШАХТЫ ИМЕНИ ОРДЖОНИКИДЗЕ ПАО «ЦГОК»

Приведена методика определения геометрических параметров системы этажного обрушения с учетом допустимых объемов взрывааемых взрывчатых веществ (ВВ).

Разработка указанной методики обусловлена спецификой условий отработки магнетитовых кварцитов шахты им. Орджоникидзе, заключающейся в проведении массовых взрывов взрывчатых веществ (ВВ) общей массой от 30 до 170 т при расположении вблизи шахтного поля многоэтажных жилых домов и промышленных сооружений. В связи с огромными массами взрывааемых взрывчатых веществ колебания земной поверхности достигают 6...7 баллов, что отрицательно влияет на состояние жилых домов и промышленных сооружений. Значительное количество взрывааемых взрывчатых веществ при проведении массовых взрывов, в свою очередь, predeterminedены громадными запасами магнетитовых кварцитов в конструктивных