

УДК 622:.001.5

Л.С. Сидорцова

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ
РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
В ОБЛАСТИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ
СВОЙСТВ И СОСТОЯНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД**

Семинар № 2

В условиях последних лет, когда произошел переход от административно-командной системы управления народным хозяйством к рыночной экономике, и возросла конкуренция, как в производстве, так и в области научных разработок, большое значение приобретает выбор правильных направлений исследований, приносящих наиболее эффективную отдачу средств, вкладываемых в перспективные разработки. В этой связи особое значение приобретает анализ патентных источников, являющихся показателем инновационной активности в различных областях науки и техники. Рассмотрим количественную и качественную структуру патентов, выданных за последние годы.

1. Анализ структуры научных исследований в области горного дела

Для оценки состояния и прослеживания тенденций развития научных разработок в различных областях горного дела автором было рассмотрено более 300 патентов России и стран СНГ за последние 20 лет, сгруппированных в 4 направления.

1) По применению геофизических методов и, в частности, метода акустической эмиссии, в горном производстве отобрано более 70 патентов, из них 20 % патентов приходится на различные способы контроля состоя-

ния трубопроводов, 50 % - на геофизический контроль горного массива, 30 % патентов направлены на повышение достоверности и точности прогноза землетрясений и техногенных сейсмических явлений.

2) В области определения деформационно-прочностных свойств горных пород выбрано около 90 патентов, среди них 45 % патентов приходится на разработку способов определения деформационных характеристик горных пород в допредельном состоянии, 10 % - на способы определения характеристик горных пород в запредельном состоянии, 45 % - на способы определения прочностных свойств горных пород.

3) В области создания способов разрушения горных пород отобрано около 120 патентов, в их числе 60% приходятся на разрушение горных пород взрывом, 20 % приходятся на разрушение горных пород с помощью электротермических воздействий, 20% - на иные способы разрушения горных пород.

4) По направлению технологии добычи, проходки и обогащения горных пород отобрано около 100 патентов, в том числе 40 % приходятся на различные способы добычи полезных ископаемых, 45 % - на разработку новых способов проходки горного массива, 15 % - на новые способы обогащения.

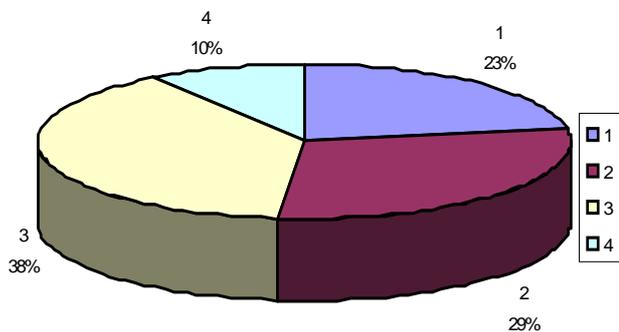


Рис. 1. Соотношение количества патентов по различным направлениям горного дела

На рис. 1 в виде диаграммы изображено процентное соотношение количества патентов по указанным направлениям. Как следует из этой диаграммы, основные усилия направлены на создание и совершенствование способов разрушения горных пород (38%), несмотря на то, что к настоящему моменту технологии отбойки и разрушения пород от массива разработаны достаточно хорошо. Второе место (29%) занимают патенты в области исследования деформационно-прочностных свойств горных пород, что свидетельствует о важности этой тематики. С небольшим отрывом (23%) следует направление использования различных геофизических методов. Вопросы совершенствования технологий добычи, проходки и обогащения занимают меньшую часть (10%) среди указанных направлений.

Рассмотрим структуру и тематику патентов на некоторых примерах, выбранных в каждом направлении.

2. Использование метода акустической эмиссии и других геофизических методов

Обзор патентов по применению метода акустической эмиссии показал,

что это мощное техническое средство неразрушающего контроля весьма широко используется. Постоянно совершенствуются способы оценки напряженного состояния горных пород и создаются различные устройства для их осуществления.

Так, для обеспечения контроля зарождающихся процессов в массивах пород, склонных к динамическому проявлению, разработан ряд способов геофизического контроля горно-

го массива, предусматривающих повышение чувствительности и достоверности определения и прогноза таких процессов [1-2]. С целью повышения точности определения напряжений, действующих в горной породе, разработан способ [3] определения локальных напряжений.

Вопрос о наступлении механической неустойчивости горных пород в глубине Земли является одним из главных в физике землетрясений и проблеме их прогноза.

Так, предложен способ [4] выявления сейсмически опасного горного массива для выявления потенциальных очагов мелкофокусных поверхностных землетрясений на площадках предполагаемого строительства или в населенных пунктах. Для этого уровень сейсмической опасности определяют по степени саморазрушения скальных горных пород в процессе бурения колонковым способом. Достоверное определение очага землетрясения или горного удара открывает возможность его нейтрализации.

Новый способ [5] определения времени предстоящего землетрясения повышает достоверность и точность

его прогноза. Согласно заявленному способу осуществляют интерпретацию статистической закономерности возникновения сейсмических колебаний почвы в определенные для данного региона сроки. Устанавливают сейсмодатчики и датчики, регистрирующие акустическую эмиссию, регистрируют и измеряют импульсы, пакеты сейсмических волн и акустических волн, амплитуду форшоков, а также интервалы времени между ними. По времени их появления судят о времени предстоящего землетрясения.

Можно предположить, что очаг будущего землетрясения будет по-разному реагировать на внешнее воздействие в зависимости от напряженно деформированного состояния, в котором находятся слагающие его породы. Под очагом в данном случае понимается некоторый объем пород, в котором накапливается упругая энергия, реализуемая впоследствии в форме динамически распространяющегося разрыва, вызывающего землетрясение.

Предложенный способ [6] определения энергии сигнала акустической эмиссии в твердом теле может применяться для различных материалов и не ограничен типом источника сигнала акустической эмиссии при оценке остаточного ресурса различных конструкций, удароопасности разрабатываемых месторождений и прогнозировании землетрясений. Для повышения точности определения энергии сигнала акустической эмиссии, которая эквивалентна энергии источника упругих волн, предлагается разложение регистрируемого сигнала акустической эмиссии на гармонические моды, определение их амплитуды и частоты, сопоставление с частотами собственных колебаний их частот, установление типа колебательной моды, определение соответствующих каждой мо-

де параметров системы объект-датчик площади поверхности излучения и акустического сопротивления, и вычисление энергии по формуле, включающей найденные параметры.

Вещество земных недр подвергается воздействиям как квазипериодических колебаний (земные приливы), так и импульсных нагрузок (произошедшие землетрясения, взрывы). Предлагаемый способ [7] позволяет осуществить экономичный и простой непрерывный мониторинг напряженного состояния горных пород в естественном залегании. Поставленная цель достигается тем, что размещают разряженную, экономичную сеть регистрирующих датчиков для определения только гипоцентров и сопоставляют моменты возникновения землетрясений, горных ударов и максимум сейсмической или акустической эмиссии, происходящих в исследуемом объеме среды с фазами основных компонент напряжений земного прилива: вертикальной, Север - Юг, Запад - Восток и модуля приливного вектора. При этом повышенное число землетрясений или горных ударов, а так же повышенный уровень сейсмической или акустической эмиссии отмечается в тех фазах компонент земного прилива, в которых приливные напряжения совпадают с доминирующим напряжением в исследуемом объеме горных пород.

3. Обзор патентов по определению и управлению деформационно-прочностными свойствами горных пород

Вопросы изучения свойств горных пород многообразны в теоретическом и экспериментальном плане и по-прежнему актуальны. В настоящее время исследование свойств горных пород проводится по пути постижения физических закономерностей деформирования и разрушения с

привлечением параметров трещин, характеристик акустического и электромагнитного излучения, с позиций принципиального единства разно-масштабных явлений разрушения, таких как горный удар, тектоническое землетрясение, лабораторное разрушение, натурные испытания пород в массиве.

Физические процессы горного производства, как объект научного изучения, тесно связаны с разработкой месторождений полезных ископаемых и, естественно, решают общие проблемы, среди которых одной из основных является управление состоянием горного массива.

В связи с увеличением глубины разработки угольных пластов значительно усложняются условия добычи угля. Для предотвращения опасных явлений возникает необходимость в проведении очень трудоемких и дорогостоящих мероприятий по снижению горного давления в массиве и изменению его физико-механических свойств [8-10].

Так, например, способ защиты массива от проявления горного давления [10] включает формирование по простиранию и падению рудного тела за пределом отрабатываемого блока вертикальной разгрузочной щели ступенчатой формы на расстояние, определяемое линией пересечения плоскостей, расположенных под углом внутреннего трения пород друг к другу, одна из которых является касательной к границам отрабатываемого блока, а другая расположена в плоскости щели, которая проходит за пределы отрабатываемого выработками блока по простиранию и падению рудного тела, заполнение отбитой рудой с размерами кусков, равными 0,3-0,5 ширины щели, образование днища блока, измерение действующих в массиве напряжений и

управление горным давлением при достижении напряжений критической величины путем частичного выпуска из щели отбитой руды. Изобретение позволяет повысить эффективность защиты и безопасность работ.

В сложившейся ситуации в угольной промышленности страны все большую актуальность приобретает проблема управления состоянием горного массива. В процессе деформирования горных пород они могут оказаться в одном из трех состояний – допредельном, предельном и запредельном.

В допредельном состоянии горные породы имеют упругие или квазиупругие свойства. Под предельным же состоянием принято понимать такие значения и соотношения напряжений, при которых в нетронутом материале начинается хрупкое разрушение или пластическое течение. Т.е. предельное состояние, это такое состояние устойчивости породного массива, когда добавка любых напряжений приводит к разрушению твердого тела [11-13].

Деформирование предельно напряженных горных пород приводит к переходу их от ненарушенного к связно-нарушенному и нарушенному состояниям [14]. Наряду с объемными изменениями другой важной особенностью механического деформирования пород в запредельном состоянии является постепенное, а не мгновенное, уменьшение их сопротивляемости по мере роста деформаций и остаточная прочность.

Воздействуя на массив горных пород физически, химически или технологически с той или иной целью и с учетом конкретных условий, можно влиять на его состояние [15, 16].

Предложенный способ [15] направленного изменения свойств горной породы посредством СВЧ-

термомеханического, ультразвукового и гравитационно-аэродинамического воздействий заключается в том, что осуществляют порционную подачу материала в многоступенчатую установку, в отделении первой ступени которой осуществляют термомеханическую обработку в поле СВЧ при частоте вращения центробежной мельницы - V_1 , последующую механическую активацию при увеличении частоты вращения до максимального значения V_2 , окончательную обработку СВЧ с частотой вращения центробежной мельницы - V_3 . Осуществляют регулирование частоты вращения и параметров охлаждения центробежных мельниц, давления воздуха в системе классификации, интенсивности излучения ультразвука, СВЧ и время их воздействия через систему регистрации и преобразования. Технический результат - повышение эффективности трансформации горной породы, минералов и их ассоциаций.

Возможность достижения заданного состояния различными путями определяется степенью "управляемости" массива и его "чувствительностью" к дополнительным воздействиям. Как показывает практика ведения горных работ, с увеличением глубины разработки угольных пластов "чувствительность" массива к различным воздействиям возрастает. Это способствует увеличению в последние годы работ по управлению состоянием массива горных пород.

Целый ряд научных и практических проблем физических процессов горного производства, связанных с изучением напряженного состояния горного массива в окрестности выработок, решается с появлением различных установок, моделирующих напряженное состояние.

Кроме того, принципиального внимания в этом направлении заслуживают работы, связанные с изучением предельного состояния, по сути своей – это изучение поведения и несущей способности разрушенных пород.

Весьма перспективным следует считать применение современных подходов к исследованию разрушения угля и горных пород с позиции теории трещин. Классическим примером применения этой теории к изучению предельного состояния горных пород является прогноз выбросоопасности пород по эффективной поверхностной энергии, которая является интегральной характеристикой сопротивляемости твердых тел распространению трещин, для чего разработано новое устройство [17] для определения степени ударо- и взрывоопасных горных пород. Устройство содержит последовательно соединенные датчик акустической или электромагнитной эмиссии, предусилитель, аттенюатор, усилитель и измеритель пиковой амплитуды, а также формирователь импульсов и блок индикации. Авторы снабдили устройство измерителем энергии, коммутатором, аналого-цифровым преобразователем и микропроцессорным блоком.

Применение радиофизики для исследования угля и горных пород открывает новые весьма плодотворные направления в создании промышленных способов контроля и управления состоянием горного массива, первые из которых были разработаны и применены в угольной промышленности более 20 лет назад.

4. Обзор патентов по разрушению горных пород

Разрушение горных пород – определяющий процесс любой горной технологии. Одним из наиболее перспективных направлений науки и

практики совершенствования процесса разрушения является направленное изменение свойств и состояния горных пород. Эффективным инструментом такого управления может быть использование поверхностно-активных веществ (ПАВ), действие которых основано на адсорбционном понижении поверхностной энергии тел (эффект Ребиндера). Однако в горном деле, особенно в процессах разрушения пород ударом и взрывом, их применение носит весьма ограниченный характер. Немногочисленные работы в этом направлении не выходят, как правило, за рамки экспериментальных исследований [18].

Ежегодно выдаются патенты на различные способы разрушения горных пород.

Исследуются практически все известные способы разрушения: механические (резцом, шарошкой, ударом, струей, взрывом взрывчатых веществ, расширяющими средствами) [19-23], термические (поверхностное, объемное и расплавлением) [24-25], электроразрядное [26], и комбинированные, включающие различные способы из вышеупомянутых, применительно к отбойке кусков породы от массива.

Так, для дальнейшего повышения интенсификации разрушения породы [24] вводится в зону нагрева газ, представляющий собой соединения галогенов, которые подают при разогревании пород до температур, достаточных для протекания реакций между соединениями, входящими в состав пород, и соединениями галогенов.

В [26] предложен способ разрушения электроразрядным гидравлическим давлением объекта, подлежащего разрушению, имеющего только одну свободную поверхность, путем использования электроразрядного гид-

равлического разрушающего средства, которое за очень короткое время подает накопленную в конденсаторе электрическую энергию на тонкий металлический провод для того, чтобы использовать ударную силу, образующуюся в результате внезапного превращения в газ и объемного расширения металлического провода и окружающей жидкости. А другой предложенный способ [25] разрушения горных пород включает электротермическое воздействие на массив СВЧ электромагнитного поля.

Изобретение [19] должно улучшить качество дробления горных пород за счет рационально организованного взаимодействия волн напряжений и увеличения времени действия взрыва на массив горных пород.

Авторы предлагают большое количество различных способов разрушения горных пород взрывом.

Так, авторы способа [20], включающего бурение скважины, размещение в скважине заряда ВВ, забойку скважины и подрыв этого заряда ВВ проложенным в забойке детонационным шнуром (ДШ), предлагают прокладывать ДШ зигзаго- или спиралеобразно, причем расстояние между крайними точками проекции изгиба (спирали) на плоскость, перпендикулярную оси скважины, должно быть не менее диаметра канала, образуемого в забойке взрывом детонирующего шнура. Зигзаго- или спиралеобразный канал, образующийся в забойке, перекрывается забоечным материалом за счет давления на нижнюю часть забойки газообразных продуктов взрыва ВВ, что предотвращает их «выстреливание» через канал. В результате увеличивается время действия газов на разрушаемую породу, что позволяет снизить удельный расход ВВ при заданной степени дробления породы или повысить качество

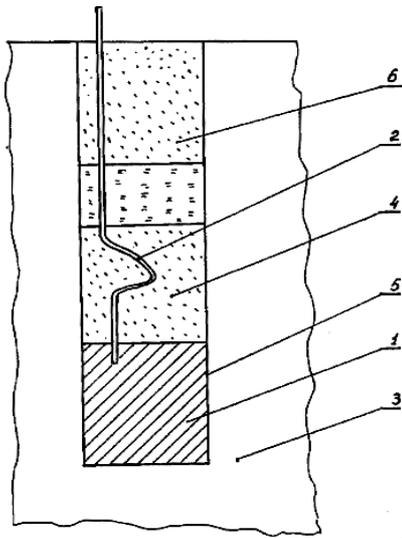


Рис. 2. Схема предложенного способа разрушения горных пород: 1 - заряд ВВ; 2 - ДШ; 3 - порода; 4 - материал забойки; 5 - скважина; 6 - пробка

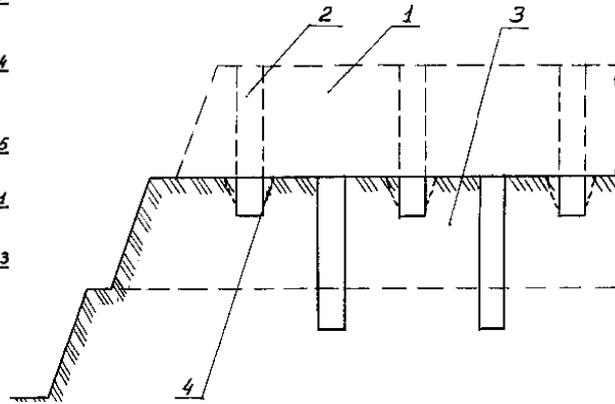


Рис. 3. Схема расположения скважин: 1 - верхний горизонт; 2 - скважины верхнего горизонта; 3 - разрабатываемый горизонт; 4 - «стаканы»

дробления при неизменном удельном расходе ВВ.

А авторы способа [22], включающего бурение скважины, размещения в ней заряда ВВ, забойку скважины и подрыва заряда ВВ с помощью детонирующего шнура, проложенного в забойке зигзаго- или спиралеобразно, установили в забойке выше изгиба ДШ дополнительную пробку из материала более плотного, чем материал забойки, причем расстояние от устья скважины до верха пробки должно быть не менее диаметра скважины. За счет инерционного проседания пробки в забойке сейсмические волны в массиве пород обжимают скважину выше пробки. В результате пробка заклинивается в скважине, что позволяет повысить надежность запираения газообразных продуктов взрыва в скважине и увеличить длительность их воздействия на разрушаемую породу, что способствует эффективности разрушения горной породы (рис. 2).

Авторы еще одного способа разрушения горных пород [21], включающего погоризонтную скважинную отбойку породы, многозарядную схему размещения скважин и выбор скважин взрываемого массива в точках пересечения диагоналей четырехугольников, образуемых соседними в ряду «стаканами» от скважин вышележащего горизонта и соседними «стаканами» соседнего ряда, предлагают не случайный выбор мест размещения скважин взрываемого горизонта, а размещение их в зоне, которая менее всего была подвержена воздействию от взрыва зарядов в скважинах вышележащего горизонта (рис. 3).

При проведении горных выработок по крепким породам и в смешанных забоях буровзрывной способ разрушения горных пород будет и в дальнейшем преобладающим.

Хочется отдельно отметить, что выдан патент на принципиально новый способ разрушения горных пород

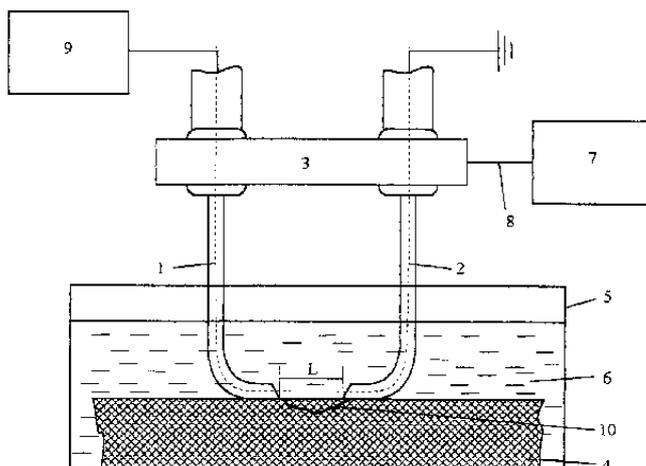


Рис. 4. Электроудельное устройство: 1 - высоковольтный электрод; 2 - заземленный электрод; 3 - изоляционная пластина; 4 - блок горной породы; 5 - бак; 6 - водопроводная вода; 7 - электродвигатель; 8 - привод

и искусственных материалов - электроимпульсный (ЭИ) способ [27]. Рабочим инструментом, разрушающим твердые материалы, является канал высоковольтного импульсного разряда, который формируется в твердом теле под слоем жидкости с диэлектрическими свойствами до воды включительно за время меньше 10^{-6} с. Преобразование электрической энергии источника импульсов в работу разрушения происходит непосредственно в твердом теле без промежуточных звеньев трансформации (рис. 4).

Способ применяется для бурения стволов и скважин в горных породах, дробления, резания, утилизации бетонных и железобетонных изделий, снятия загрязненных поверхностей бетонных и каменных покрытий, проходки туннелей. Установки ЭИ разрушения аналогов не имеют. По сравнению с традиционными имеют существенно меньшие удельные энергозатраты, более высокую производительность, дешевый рабочий орган.

5. Обзор патентов по технологии добычи, проходки и обогащения горных пород

Обзор патентов показывает, что предлагаемые авторами технологии

включают способы разрушения высокопрочных и высокоабразивных горных пород, проведения горных выработок автоматизированными и роботизированными проходческими комплексами, бурения нефтяных и газовых скважин на основе новых методов разрушения горных пород и упрочнения массива.

Данные технологии предназначены для достижения значительного (в 3-5 раз) роста темпов проходки горных выработок и бурения скважин по высокопрочным и высокоабразивным породам при снижении расхода породоразрушающего инструмента в 5-10 раз и многократном улучшении технико-экономических характеристик. Основные показатели: скорость проведения горных выработок не менее 200 м/месяц; механическая скорость бурения не менее 50 м/час; повышение надежности и кардинальное упрощение конструкций нефтяных и газовых скважин.

Кроме того, предлагается принципиально новая технология резания различных горных пород и бетона, основанная на внедрении канала высоковольтного импульсного разряда в твердое тело под слоем жидкости, в частности воды. Резание осуществляется за счет преобразования электрической энергии плазменного канала в объеме породы или бетона в механическую энергию разрушения.

Новый способ [28] проходки дренажных горных выработок в нарушен-

ном и обводненном массиве обеспечивает снижение материальных затрат на проходку и поддержание дренажных выработок в слабоустойчивых и обводненных горных породах. Способ включает возведение перемычки, предварительное упрочнение горного массива по трассе выработки путем бурения продольных и наклонных скважин и нагнетания в эти скважины упрочняющих цементационных растворов, разрушение и уборку горной массы под защитой породоцементной оболочки, возведение постоянной крепи, последующее упрочнение приконтурного массива цементационными растворами через скважины, пробуренные перпендикулярно оси выработки. С отставанием от забоя через тампонажный слой дополнительно бурят дренажные скважины длиной, превышающей толщину зоны упрочненных горных пород, для создания дренажного слоя вокруг упрочненной оболочки.

Новые разработки в области технологии бурения скважин большого диаметра различаются по принципу разрушения горной породы, способу передачи крутящего момента и осевого усилия, месту расположения установки, форме призабойного сечения выработки, направлению движения установки или рабочего органа, наличию другого горизонта [29] и схеме удаления разрушенной породы. Кроме того, и в нашей стране, и в зарубежье специалисты по бурению скважин разрабатывают новые, более эффективные конструкции породоразрушающих инструментов [30] и способы бурения. К числу перспективных нетрадиционных решений в области бурения неглубоких скважин можно отнести гидромеханическое разрушение пород высоконпорными гидромониторными струями жидкости непрерывного [31] и импульсного действия, эрозионное разрушение абразивными струями (гидро-

мониторными струями, несущими абразивный твердый, а также жидкий или газообразный материал), эрозионное разрушение забоя кавитационными струями жидкости (гидромониторными струями, в которых происходит фазовый переход жидкости в пар, а затем снова в жидкость – кавитация).

К настоящему времени разработано много различных методов и технологий увеличения текущей нефтеотдачи пластов проведением различных видов обработки призабойной зоны скважин на основе нового оборудования и новых технологий подъема нефти [32]. В последние годы широкое применение приобрели гидроразрыв пласта и резка вторых стволов с целью выйти на нефтенасыщенную часть пласта или невырабатываемые линзы, целики. Проходят промышленные испытания дилатационно-волновые воздействия на породы пластов в призабойной зоне скважин, в которых используются переменные поля упругих деформаций на фоне аномальных статических напряжений. Новый способ [33] разработки залежи углеводородов с подошвенной водой и технологии добычи углеводорода штанговыми насос-компрессорами заключается в том, что устанавливают насос-компрессор таким образом, чтобы входное отверстие хвостовика располагалось ниже подошвы пласта. Предварительно осуществляют разрушение конуса воды в призабойной зоне пласта путем откачки воды через хвостовик, соединенный с нижним всасывающим клапаном цилиндра, и по затрубному пространству через боковой всасывающий клапан цилиндра. При увеличении в откачиваемой жидкости содержания углеводорода делают вывод о начале разрушения конуса воды. Продолжают откачку до значительного или полного разрушения и размыва эмульсии в конусе воды, образующейся в неоднородной пористой

среде пласта на границе углеводород – вода, и расслоения потоков воды и углеводородов и приведения текущего вода-углеводородного контакта к первоначальному положению. Затем продолжают откачивать воду через хвостовик, а углеводород – по затрубному пространству.

При разработке месторождений полезных ископаемых для разрушения межкамерных, подзавальных целиков рудных залежей в условиях повышенного горного давления отечественными авторами предложен способ разрушения целиков [34], который обеспечивает равномерное, качественное дробление целика и снижает сейсмическое воздействие взрыва за счет формирования в массиве в процессе короткозамедленного взрывания (КЗВ) увеличенного количества участков массива с максимальным числом плоскостей обнажения и использования энергии полей естественных напряжений путем их локализации в массиве целика.

А применение способа [35] при отработке рудных тел со сложной морфологией, включающих породные прослои, согласные с элементами залегания рудного тела, в условиях с неустойчивыми вмещающими породами позволит повысить полноту и качество извлечения полезного ископаемого из недр, обеспечить безопасные условия ведения очистных работ и исключить вероятность разрушения взрывных скважин. В способе разработки сложноструктурных крутопадающих и наклонных месторождений, включающем проходку подготовительно – нарезных выработок, поэтажную выемку полезного ископаемого камерами, формирование под висячим боком подэтажа временного рудного целика с обнаженной стенкой, оформляемой под наклоном, противоположным углу падения рудного тела, образовании отрезной щели на высоту подэтажа, отбойку

руды в камере взрывными скважинами, последующее разрушение целика и выпуск отбитой руды через выпускные выработки, отбойку руды и породных прослоев осуществляют отдельно наклонными слоями, отрезную щель и отбиваемые слои оформляют под углом, согласным с углом падения рудного тела. Обнаженную стенку временного рудного целика формируют под углом, равным углу сдвижения рудного массива. Часть массива, ограниченная с одной стороны отрезной щелью и с другой – обнаженной стенкой временного рудного целика, отбивают в первую очередь, часть массива, ограниченного с одной стороны отрезной щелью и с другой стороны – лежащим боком – во вторую очередь, а в третью – производят обрушение временного рудного целика.

Интересен способ предотвращения газодинамического разрушения пород почвы горной выработки [36], включающий снижение газового давления посредством взрыхления породного массива, смещения и расслоения пород почвы выработки, при котором одновременно с проведением выработки в породах почвы создают машинный вруб и обеспечивают пути для выхода газа.

Заключение

В общем числе публикаций патенты, касающиеся определения деформационно-прочностных характеристик горных пород, а также геофизические методы их контроля и прогноза занимают более 50%. Это связано с важностью решения проблем этих направлений.

Метод акустической эмиссии для различных способов контроля состояния горного массива и трубопроводов, диагностирования крупногабаритных и высоконагруженных объектов повышенной опасности, а также объектов с ограниченным доступом к поверхности контроля наиболее эффективен и будет в дальнейшем широко использоваться.

Актуальными останутся работы по повышению достоверности и точности прогноза механической неустойчивости горных пород в глубине Земли, а также по определению очага землетрясения или горного удара, открывающие возможность его нейтрализации.

Как показал проведенный анализ, дальнейшее развитие горнодобывающей промышленности России в условиях рыночной экономики будет происходить на базе подземного и открытого способов добычи с применением энергосберегающих технологий, а подготовка скальных горных пород к выемке с использованием энергии взрыва на обозримую перспективу останется единственным универсальным, высокопроизводительным и относительно безопасным методом.

Для обеспечения конкурентоспособности на мировом рынке отечест-

венных горнодобывающих предприятий назрела необходимость создания новых технологий взрывной подготовки горного массива к выемке полезных ископаемых, качественных преобразований в области разработки месторождений полезных ископаемых.

Необходимо сосредоточить усилия на исследовании в области физики разрушения горных пород, теории возникновения катастрофических явлений при ведении горных работ, создании эффективных технологий добычи полезных ископаемых на основе применения крупномасштабных взрывов.

Решение взаимосвязанных проблем более рационального использования природных ресурсов, экологии, энергетики и управления производством требуют качественно нового уровня техники и технологии переработки и обогащения минерального и других видов сырья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Способ* геофизического контроля горного массива. Патент РФ № 92005379, МПК G01V1/00, опублик. 27.02.1995 г.

2. *Способ* геофизического контроля горного массива. Патент РФ № 2090905, МПК G01V1/00, G01V9/00, опублик. 20.09.1997 г.

3. *Способ* определения локальных напряжений в горной породе. Патент РФ № 2215149, МПК E21C49/00, E21C39/00, опублик. 27.10.2003 г.

4. *Способ* выявления сейсмически опасного горного массива. Патент РФ № 2 137 919, МПК E 21 с 39/00, опублик. 20.09.1999 г.

5. *Способ* определения времени предстоящего землетрясения. Патент РФ № 2258246, МПК G01V9/00, опублик. 10.08.2005 г.

6. *Способ* определения энергии сигнала акустической энергии в твердом теле. Патент РФ № 2037821, МПК G01N29/14, опублик. 19.06.1995 г.

7. *Способ* определения напряженного состояния горных пород в естественном залегании. Патент РФ № 93041986, МПК G01V1/00, опублик. 20.04.1996 г.

8. *Способ* разгрузки месторождения и снижения его удароопасности. Патент РФ № 1266285, МПК E21F5/00, опублик. 10.10.96 г.

9. *Способ* разгрузки напряженно-деформированного состояния массива при подземной разработке полезных ископаемых удароопасных месторождений. Патент РФ № 2098635, МПК E21F5/00, опублик. 10.12.1997 г.

10. *Способ* защиты массива от проявлений горного давления. Патент РФ № 2191901, МПК E21C41/22, опублик. 27.10.2002 г.

11. *Способ* определения механической устойчивости массива горных пород. Патент РФ № 2077067, МПК G 01V9/00, опублик. 10.04.1997 г.

12. *Способ* оценки и прогнозирования устойчивости массивов горных пород. Патент РФ № 1385815, МПК G 01V3/08, опублик. 27.01.2000 г.

13. *Способ* выявления современного состояния горного массива. Патент РФ № 2068186, МПК G 01V5/00, опублик. 20.10.1996 г.

14. *Способ* прогноза разрушения массива горных пород. Патент РФ № 2244126, МПК E21C39/00, опублик. 10.01.2005 г.

15. *Способ* направленного изменения свойств горной породы посредством СВЧ - термомеханического, ультразвукового и гравитационно-аэродинамического воздействия. Патент РФ № 2264869, МПК В07В9/00, В02С19/18, опублик. 10.11.2005 г.

16. *Способ* направленного изменения свойств горной породы посредством гравитационно-аэродинамического и ультразвукового воздействий. Патент РФ № 2264870, МПК В07В9/00, В02С19/18, опублик. 10.11.2005 г.

17. *Устройство* для определения степени ударо- и выбросоопасности горных пород. Патент РФ № 2071563 МПК Е21С39/00, опублик. 10.01.1997 г.

18. *Способ* разрушения горных пород. Авторское свидетельство СССР № 1757266 МПК Е21С39/00, опублик. 15.10.1994 г.

19. *Способ* разрушения горных пород. Патент РФ № 2 140 005, МК F 42 D 3/04, опублик. 20.10.1999 г.

20. *Способ* разрушения горных пород. Патент РФ № 2 143 096, МК F 42 D 1/08,3/04, опублик. 20.12.1999 г.

21. *Способ* разрушения горных пород. Патент РФ № 2 158 412, МК F 42 D 3/04, опублик. 27.10.2000 г.

22. *Способ* разрушения горных пород. Патент РФ № 2 163 001, МК Е 21 с 37/16, опублик. 10.02.2001 г.

23. *Способ* разрушения негабаритных горных пород. Патент РФ № 2160 835, МК Е 21 с 37/16, F 42 D 3/04, опублик. 20.12.2000 г.

24. *Способ* термического разрушения горных пород. Авторское свидетельство СССР № 872754, МПК Е 21 с 37/16, опублик. 17.10.1981 г.

25. *Способ* разрушения горных пород. Авторское свидетельство СССР № 872755, МК Е 21 с 37/18, опублик. 15.10.1981 г.

26. *Способ* разрушения объекта электрозарядным гидравлическим давлением.

Патент РФ № 2 139 990, МК Е 21 с 37/18, опублик. 20.10.1999 г.

27. *Электроимпульсный способ* разрушения горных пород. Патент РФ № 2 232 271, МК Е 21 с 37/18, Е 21 В 7/15, опублик. 10.07.2004 г.

28. *Способ* проходки дренажных горных выработок в нарушенном и обводненном массиве. Патент РФ № 2 249 699, МК Е 21 D 9/00, Е 21 F 16/02, опублик. 14.04.2005 г.

29. *Способ* разработки нефтяных пластов, разделенных друг от друга непроницаемыми породами. Патент РФ № 2 112 869, МК Е 21 В 43/20,43/14, опублик. 10.06.1998 г.

30. *Породоразрушающий инструмент*. Патент Украины UA 64 190 А, МК Е 21 В 7/08, опублик. 15.02.2004 г.

31. *Способ* струйного возведения протовофильтрационного занавеса в слабых горных породах. Патент Украины № 38 300, МК Е 02 D 3/12, опублик. 15.03.2005 г.

32. *Способ* обработки призабойной зоны скважины. Патент РФ № 2 234599, МК Е 21 В 43/27, опублик. 20.08.2004 г.

33. *Способ* разработки месторождения углеводородов с подошвенной водой и добычи углеводорода штанговым насосом-компрессором с отдельным приемом. РСТ/RU 20041000211 WO 2005/119005, МК Е 21 В 43/12, опублик. 15.12.2005 г.

34. *Способ* разрушения целиков. Патент РФ № 2 175 434, МК F 42 D 3/04, Е 21 С 41/22, опублик. 27.10.2001 г.

35. *Способ* разработки сложноструктурных месторождений. Патент РФ № 2 223 401, МК Е 21 С 41/22, опублик. 10.02.2004 г.

36. *Способ* предотвращения газодинамического разрушения пород почвы горной выработки. Патент РФ № 2 203 423, МК Е 21 F 5/00, опублик. 27.04.2003 г. **ПАТ**

Коротко об авторе

Сидорцова Л.С. – студентка физико-технического факультета Московского государственного горного университета.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 2 симпозиума «Неделя горняка-2008». Рецензент д-р техн. наук, проф. *В.Л. Шкуратник*.