

В.А. Баранов, д-р геол. наук, ст. научн. сотр.
(ИГТМ НАН України)

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА И УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД НА ИХ СВОЙСТВА

В.А. Баранов, д-р геол. наук, ст. науч. співр.
(ИГТМ НАН України)

ВПЛИВ СКЛАДУ І УМОВ ФОРМУВАННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД НА ЇХ ВЛАСТИВОСТІ

V.A. Baranov, D. Sc (Geol.), Senior Researcher,
(IGTM NAS of Ukraine)

IMPACT OF THE ROCK COMPOSITION AND CONDITIONS OF THEIR FORMATION ON THEIR PROPERTIES

Аннотация. Предметом исследований являются горные породы разного состава и условий формирования. Приведенные результаты получены автором в процессе лабораторных исследований и путем анализа литературных источников. Целью исследований является разработка классификации свойств и состояния горных пород разного генезиса. Полученные результаты показывают отсутствие единых закономерностей изменения свойств пород по площади и с глубиной. Это касается пород разного генезиса. Соотношение горизонтальных и вертикальных напряжений могут меняться в разных направлениях, на разных глубинах и в разных породах, по локальным закономерностям, которые в настоящее время нельзя применять для всех районов. Данный вывод является следствием региональных исследований тектоники плит, геофизических исследований, в соответствии с которыми конвекционные явления перемещения вещества являются ответственными за тектонические напряжения в земной коре, на разных глубинах. Полученные данные на разных территориях хорошо иллюстрируют разнообразность свойств разных пород и руд. На основе лабораторных исследований и анализа результатов по литературным данным, разработана петрологическая классификация свойств комплексов горных пород, формирующихся в различных горно-геологических условиях. В указанный перечень вошли: - седиментационно - диагенетический комплекс рыхлых осадочных отложений; - диагенетический комплекс рыхлых и слабо сцементированных осадочных пород; - породы раннего катагенеза – слабо- и среднеуплотненные осадочные породы; - породы среднего катагенеза – от слабо- до сильноуплотненных осадочных пород; - породы позднего катагенеза – сильноуплотненные осадочные породы; - метаморфические породы зеленосланцевой, амфиболитовой и гранулитовой фаций; - магматические породы – граниты, базальты, диориты, диабазы и другие; - метаморфические и магматические породы зоны гипергенеза; - вулканогенно-осадочные породы; - сложный комплекс изверженных, метаморфических и осадочных пород.

Ключевые слова: горные породы, свойства, катагенез, диагенез, метаморфизм, магматизм, классификация.

Горные породы формируются в разных геологических, геохимических, тектонических и термодинамических условиях, что приводит к многообразию их свойств и состояния.

Разные свойства горных пород приводят к необходимости их учета на стадиях разведочных и добычных работ. Факторы повышения напряженного состояния, уплотнения пород с глубиной, повышения температуры, увеличения давления на крепь, повышения прочности, изменения коллекторских и других свойств, существенно влияют на величину, характер и направления проявления горного давления, устойчивость горных выработок и конструктивных элементов систем отработки полезных ископаемых, выбор оптимальных технологических параметров их добычи.

Вследствие этого эффективность управления горным давлением, разработка оптимальных паспортов взрывания, систем отработки в наземных и подземных условиях, будет напрямую зависеть от знаний и учета существующих закономерностей изменения свойств и состояния пород в разных термодинамических условиях и на разных глубинах. Изучение многообразия реологических и физико-механических свойств ведет нас к более глубокому пониманию существующих в земной коре закономерностей в горных породах.

Знание региональных и локальных закономерностей изменения свойств пород в разных условиях, позволяет прогнозировать их на новых глубинах, в новых районах, что приобретает особую важность в последнее время, в связи с уменьшением объемов бурения, геофизических исследований и фактической ликвидации существовавшего ранее комплекса разведочных работ.

Результаты и их обсуждение. В начале и середине двадцатого века, когда после двух мировых войн стала очевидной необходимость вовлечения в промышленность и, в первую очередь, военную, новых полезных ископаемых – руд металлов (цветных, редких, рассеянных), энергоносителей (нефть, газ, уран), проблема в развитых странах решалась путем существенного развития геологии. Сотрудниками многих институтов и производственных организаций решались проблемы фундаментального и прикладного значения, что привело к весомым результатам – открытию многих месторождений, новых явлений и закономерностей. Именно в середине 20-го столетия выкристаллизовалось и окончательно оформилось третье направление в геологических исследованиях – литология. Данное направление было призвано изучать процесс образования и преобразования осадочных пород, с которыми связаны практически все каустобиолиты, а также руды Al, Fe, Mn, Mg, S и многих других полезных ископаемых.

Таким образом, комплексы магматических, метаморфических и осадочных пород – являются в настоящее время составляющими термина – горные породы. С каждым комплексом связаны присущие им месторождения и соответствующие полезные ископаемые, а также свойства этих пород, что очень важно для специалистов горного профиля.

К сожалению, до настоящего времени, в научной литературе встречаются разные толкования геологических терминов специалистами, игнорирующими специальную литературу – справочники и геологические словари. От того, что разные авторы привносят свои толкования уже известных факторов, внедряют дублирующие термины, применяют устаревшие понятия и термины – в геологии наблюдается явный регресс, когда, например, нефтяники и угольщики

трактуют литогенез по-разному.

В соответствии с Геологическим словарем (1978), литогенезом называется комплекс процессов, связанных с образованием осадка (стадия седиментогенеза), преобразованием осадка в породу (стадия диагенеза), дальнейшим преобразованием литифицированной осадочной породы в метаморфическую (стадия катагенеза). Каждая из этих стадий существенно отличается своими свойствами, что не нашло достаточного отражения в научной литературе. Между тем кристаллические породы кислого ряда иногда выделяются в отдельный тип, в сравнении с основными и ультраосновными интрузивными породами, тогда как по технологическим свойствам они существенной разницы не имеют.

По данным [1], в Донбассе с увеличением глубины залегания пластов с 730 до 3302 м плотность глинистых пород увеличилась в 4,5 раза, а их пористость уменьшилась с 29 до 3 %. Наиболее интенсивное изменение пористости было отмечено для всех пород на глубине 500 - 1200 м.

В работе [2] приведены данные об установлении прямолинейной зависимости между повышением плотности пористых горных пород и ростом глубины их залегания для различных площадей Западно-Сибирской низменности.

Изменения свойств песчаника с глубиной наблюдаются и в условиях Кузбасса. Сопротивление сжатию увеличивается примерно на 50 % на каждые 1000 м глубины, уменьшается разница между максимальными и минимальными напряжениями, т. е. порода становится более однородной.

Пористость песчаника Прокопьевско-Киселевского месторождения в интервале глубин от 300 до 1200 м уменьшилась в два раза.

Для кристаллических пород магматического и метаморфического генезиса, с которыми связано значительное количество рудных провинций, полей и месторождений, изменение физико-механических свойств с глубиной проявляется менее интенсивно, чем для осадочных пород. Тем не менее, общая закономерность прослеживается. Породы с увеличением глубины залегания становятся более плотными, а их прочностные свойства повышаются.

Так, вулканогенные и вулканогенно-осадочные пород на месторождениях Норильского района, характеризуются увеличением прочности в интервале глубины от 200 до 1500 м.

Все прочностные показатели горных пород в условиях больших глубин повышаются вследствие их уплотнения. По мнению ряда зарубежных специалистов (Белл, Пирсон и др.), пределом сохранения пористости пород следует считать глубину 6,3 км. Однако данные наблюдений при бурении сверхглубокой скважины на Кольском полуострове свидетельствуют о наличии пористости пород на значительно больших глубинах.

Как показали опыты П.В. Бриджмена и Д.Т. Григгса, опубликованные в 1985 г, при давлениях на глубине 20-30 км существование разломов невозможно, так как пустоты мгновенно затягиваются. Об этом свидетельствуют эксперименты с хрупкими известняками, которые при сжатии становятся ковкими, как железо. Данный факт противоречит мнению А.А. Маракушева (1988), о том, что кимберлиты имеют корни зарождения на глубинах 150-250 км, как, впрочем, и всей теории формирования кимберлитов на больших глу-

бинах. Вероятно, существующие представления нуждаются в определенных уточнениях.

По В.В. Ржевскому (1975), предел прочности на сжатие у мелкозернистого известняка, составляющий при атмосферном давлении 255 МПа и создаваемом давлении 980 МПа, возможном на глубинах около 30-40 км, достигает 1280 МПа.

Прочность горных пород зависит от их состава, происхождения (магматические, осадочные, метаморфические), давления, температуры и обводненности. В интервале глубин до 1 км от поверхности ее можно считать относительно постоянной. При дальнейшем углублении породы заметно упрочняются, причем слабые более интенсивно, чем крепкие. Жесткость пород и их упругие характеристики (модуль Юнга и коэффициент Пуассона) увеличиваются. С глубиной возрастает ползучесть пород, предел текучести снижается [1].

Затраты энергии на упругое деформирование пород увеличиваются, меняется характер их разрушения. Крепость, твердость и устойчивость горных пород также повышаются, усиливающееся обрушение пород в подземных выработках вызывается не снижением их устойчивости, а увеличением горного давления.

О пористости и сопротивлении пород разрушению можно судить по их плотности, поскольку между этими параметрами существует корреляционная связь. На глубине около 3 км плотность достигает $2,7 - 3,0 \text{ г/см}^3$, а в ядре Земли $9,4-17,2 \text{ г/см}^3$. При этом давление внутри Земли на глубине 6000 км, по расчетным данным, составит примерно $(1,5-2,5) 10^5 \text{ МПа}$.

В настоящее время, разные авторы и организации разрабатывают частные и общие методики получения информации о массиве, пытаются разрабатывать и стандартизировать соответствующие методы, которые исключили бы субъективные представления о состоянии массива и позволили бы проводить научно обоснованный сравнительный анализ не только отдельных участков шахтных полей, но и различных месторождений.

Таким образом, одной из основных задач для решения проблемы исследования горно-геологических условий, является создание методики комплексной оценки исходного состояния массива горных пород.

К настоящему времени сделано много попыток определить исходные напряжения в массиве горных пород. В большинстве из них вертикальную компоненту напряжений σ_z на достаточно большой глубине считают главной, а по абсолютной величине равной γH .

При этом главные горизонтальные компоненты исходных напряжений σ_x' и σ_y' могут быть по абсолютной величине больше, равны или меньше γz и иметь разрыв при переходе из одного слоя пород в другой. Всю остальную информацию относительно тензора исходных напряжений - ориентацию главных направлений OX' и OY' и величины соответствующих компонент σ_x' и σ_y' - необходимо определить опытным путем в естественных условиях каждого конкретного массива.

Для массивов горных пород сложного строения с явно выраженными тектоническими нарушениями необходимо получать всю информацию о тензоре исходных напряжений опытным путем.

Практика разработки рудных месторождений показывает, что на глубоких горизонтах возрастает и интенсивность проявлений усиливающегося горного давления. На многих рудниках наблюдаются внезапные вывалы и обрушения пород в незакрепленные выработки, возрастают нагрузки на крепь, имеются случаи ее повреждения, увеличиваются затраты на поддержание.

Дальнейшее накопление фактических данных об изменении физико-механических свойств горных пород, слагающих месторождения и рудные поля, послужит основой для научного прогноза условий разработки при проектировании и освоении отдельных месторождений.

В работе [3] на базе 173 известных рудных месторождений СССР, относящихся к 50 геологическим регионам, проведена типизация месторождений по принадлежности их к генетическим типам и комплексам рудовмещающих пород. В итоге, было определено семь комплексов горных пород, в которых залегают большинство известных месторождений полезных ископаемых:

- осадочные породы типа Верхнекамского месторождения калийных солей,
- осадочно-метаморфизованные (Джезказганское, Никитовское и др.),
- метаморфический комплекс (железорудные месторождения Кривого Рога, КМА),
- основные и ультраосновные интрузивные породы (Качканарское месторождение железа),
- гранитоиды (некоторые месторождения полиметаллических руд),
- вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы (Норильское, Гайское, Алтын-Топканское),
- сложный комплекс изверженных, метаморфических и осадочных пород (Гороблагодатское, Таштагольское, Шерегешское и Соколовское месторождения железа, Тырныаузское – молибдена, Алмалыкское - меди и др.).

Приведенные комплексы горных пород, по мнению указанных авторов, отличаются по генетической принадлежности и по механическим свойствам, но приведенные семь комплексов не учитывают разнообразие осадочных пород, а кристаллические породы разделены без видимых оснований. Иными словами, указанные комплексы нуждаются в уточнении.

На основе изложенной генетической типизации месторождений и привлечения результатов исследований последних лет, возможна систематизация изменения физико-механических свойств горных пород в зависимости от глубины их залегания для практического использования при разработке руд на больших глубинах.

Учитывая тот факт, что последняя классификация в данном направлении была разработана достаточно давно, в конце 70-х годов, в данной публикации предлагается обновленная классификация формирования свойств горных пород, на основе петрологических, петрографических, литологических параметров их формирования и преобразования.

Поскольку в последние десятилетия, в геологии установилось деление всех пород на три основные группы – магматические, метаморфические и осадочные, отличающиеся генезисом, свойствами и состоянием в разных условиях, предлагается выделять следующие комплексы пород:

- **седиментационно - диагенетический** комплекс рыхлых осадочных отложений (песок, глина, мел, алевролит и др.). Пористость таких пород обычно выше 40-50 %, удельный вес менее $2,3 \text{ г/см}^3$, влажность может меняться от 1-2 до 90 % и более (например, добыча соли в Кара-Богаз-Голе, на берегу Черного моря и т.д.). Данные породы относятся к I – II категориям по буримости; VII – X категориям по шкале крепости М.М. Протодьяконова, с коэффициентом крепости f менее 1. Указанный комплекс включает большинство карьеров строительных материалов, а их на Украине тысячи, только учтенных и зарегистрированных, шахты и карьеры бурых углей, соль и другие полезные ископаемые.

- **диагенетический** комплекс рыхлых и слабо сцементированных осадочных пород, а также кор выветривания, которые обрабатываются горной техникой без предварительного разрушения (пески и слабосцементированные песчаники, щебень, дресва, глины разной степени уплотнения, бурые угли, гипсы, карбонаты органогенно-детритовые, соли и др.). Пористость таких пород обычно более 25-30 %, но в уплотненных глинах и подобных породах, может быть менее 20 %. Прочность слабосвязанных пород низкая (в пределах 0,2-0,5 МПа) или отсутствует – для рыхлых отложений. Влажность также может меняться в больших пределах, от 1-2 до 20-30 %. Удельный вес, также менее $2,3 \text{ г/см}^3$. Эти породы относятся к III – IV категориям по буримости; Va – VII категориям по шкале крепости М.М. Протодьяконова, с коэффициентом крепости f от 1 до 3. Комплекс включает карьеры с частично литифицированными породами (бурые угли марки Бз, пески попеременно с песчаниками, слабосвязанные ангидриты и карбонаты, керченские железные руды и др.). Полезные ископаемые данного комплекса разрабатываются главным образом, карьерами, в некоторых случаях – шахтным способом.

- **породы раннего катагенеза** – слабо- и среднеуплотненные осадочные породы (песчаники, аргиллиты, алевролиты, известняки, каменные угли марок Д, Г и др.). Пористость таких пород обычно в пределах от 10 до 30 %, удельный вес меняется от 1-1,5, для углей, до $2,5 \text{ г/см}^3$ для других пород. Влажность данных отложений обычно в пределах 1-2 до 10-15 %. Прочность литифицированных пород находится в пределах 0,5 – 5 МПа, редко бывает выше. Породы относятся к V категории по буримости; IVa - V категориям по шкале крепости М.М. Протодьяконова, с коэффициентом крепости f от 4 до 5. Эти породы разрабатываются как карьерами, так и шахтами, рудниками (шахты Западного Донбасса, месторождения нефти и газоконденсатов, известняки и доломиты, песчаники и др.).

- **породы среднего катагенеза** – от слабо- до сильноуплотненных осадочных пород (песчаники, аргиллиты, известняки, угли марок Г, Ж, К, ОС, известняки, плотные ангидриты, доломиты и др.). Пористость этих пород обычно в пределах от 5-6 до 10-15 %, удельный вес меняется от 1-2 (для углей) до $2,6-2,7 \text{ г/см}^3$, для пород. Влажность отложений в пределах от 1-2 до 5-10 %. Прочность литифицированных пород находится в пределах от 4-5 до 10-12 МПа, редко бывает выше. Породы относятся к VI категории по буримости; IV - IVa категориям по шкале крепости М.М. Протодьяконова, с коэффициентом крепости f от 5 до 6. Данные породы чаще разрабатываются шахтным способом (уголь или

железная руда), либо скважинами – для нефтегазовых месторождений. В указанном комплексе находится большинство месторождений нефти и газа, угля ценных коксующихся сортов, медистых песчаников, флюсового сырья и других полезных ископаемых (шахты Большого Донбасса, нефтегазовые месторождения ДДВ). Характеризуются наличием выбросоопасных песчаников и углей [4]. Подготовительные выработки часто проходят взрывным методом.

- **породы позднего катагенеза** – сильноуплотненные осадочные породы (аргиллиты, песчаники, алевролиты, угли марок ОС, Т, А, известняки мраморизованные, ангидриты, доломиты и др.). Пористость таких пород обычно меньше 5-6 %, удельный вес меняется от 1,5-2 для углей, до 2,7-2,9 г/см³, для пород. Влажность отложений в пределах от 0,5 до 2 %. Прочность пород меняется от 10 до 20 МПа. Породы относятся к VII категории по буримости; IIIa - IV категориям по шкале крепости М.М. Протодяконова, с коэффициентом крепости f от 6 до 8. Породы обычно разрабатываются шахтным способом или скважинами, в случае нефтегазовых месторождений, но таких немного из-за низкой эффективной пористости. Выбросов песчаников в данной категории нет, но выбросы угля еще происходят, вплоть до суперантрацитов [5]. В этих породах добывают киноварь Никитовского месторождения, уголь высоких степеней углефикации Донбасса. Подготовительные и добычные работы осуществляются обычно при помощи взрывных работ.

- **метаморфические породы** зеленосланцевой, амфиболитовой и гранулитовой фаций – кристаллические горные породы – кварциты, мрамор, графит, сланцы и другие породы. Пористость этих пород обычно в пределах 0,5-2 %, удельный вес меняется от 2,7 до 3,0 г/см³. Влажность отложений в пределах от 0,1 до 1 %. Прочность пород меняется от 20 до 300 МПа и достигает 500 МПа. Породы относятся к VII - XII категориям по буримости, I - III категориям по шкале крепости М.М. Протодяконова, с коэффициентом крепости f более 8. Породы разрабатываются как шахтным, так и карьерным способом. Добыча железных руд, графита и других ископаемых, обычно с применением взрывных работ.

- **магматические породы** – граниты, базальты, диориты, диабазы и другие. Пористость в пределах 1 %, удельный вес – в пределах 2,8 – 3,5 г/см³. Влажность отложений в пределах 0,1-1 %. Прочность пород меняется от 30 до 500 МПа. Породы относятся к IX - X категориям по буримости; II - IIIa категориям по шкале крепости М.М. Протодяконова, с коэффициентом крепости f от 8 до 15. Породы разрабатываются шахтным и карьерным способом. Добывают обычно рудное сырье, бутовый камень, строительные материалы, с применением взрывных работ.

- **метаморфические и магматические породы зоны гипергенеза**. Пористость может меняться от 1-2 до 20-30 %, удельный вес меняется от 2,5 до 3 г/см³. Влажность отложений от 1 до 5-10 % в нарушенных зонах. Прочность широкого диапазона – от 4-5 до 200 и более МПа. Породы относятся к VII - VIII категориям по буримости; III - IV категориям по шкале крепости М.М. Протодяконова, с коэффициентом крепости f от 6 до 10. Добывают железные руды Кривбасса, нерудное сырье, строительный камень, обычно взрывным методом.

- **вулканогенно-осадочные породы** (Норильское, Гайское, Алтын-Топканское). Пористость в пределах 1-10 %; удельный вес – в пределах 2,5-2,8 г/см³. Влажность отложений в пределах 1-8 %, в нарушенных зонах может быть больше. Прочность пород меняется от 5 до 50 МПа, но могут встречаться вулканические бомбы и игнимбриты большей прочности. Породы относятся к VI - X категориям по буримости; III - V категориям по шкале крепости М.М. Протодяконова, с коэффициентом крепости f от 4 до 10. Добывают руды никеля, полиметаллов, золота, обычно взрывным методом.

- **сложный комплекс изверженных, метаморфических и осадочных пород** (Гороблагодатское, Таштагольское, Шерегешское и Соколовское месторождения железа, Тырнаузское – молибдена, Алмалыкское – меди и др.). Пористость в пределах 0,1-15 %; удельный вес – в пределах 2,0-3,0 г/см³. Влажность отложений в пределах 0,5-5 %, в нарушенных зонах может быть больше. Прочность пород меняется от 5 до 300 МПа, но могут встречаться включения пород большей прочности, как включения диоритов в гранитах Клёсовского карьера. Породы относятся к VI - XII категориям по буримости; I - VI категориям по шкале крепости М.М. Протодяконова, с коэффициентом крепости f от 2 до 20. Добывают руды металлов, неметаллическое сырье, обычно взрывным методом.

Выводы. Установлено отсутствие единых закономерностей изменения свойств пород с глубиной. Причем это касается пород разного генезиса. Соотношение горизонтальных и вертикальных напряжений могут меняться в разных направлениях, на разных глубинах и в разных породах, по локальным закономерностям, которые в настоящее время нельзя применять для всех районов. Данный вывод является следствием региональных исследований тектоники плит, геофизических исследований, в соответствии с которыми конвекционные явления перемещения вещества или, по соответствующей терминологии – тепломассопереноса, являются ответственными за тектонические напряжения в земной коре, на разных глубинах.

Разработана петрологическая классификация свойств комплексов горных пород, формирующихся в различных горно-геологических условиях. В указанный перечень вошли:

- седиментационно - диагенетический комплекс рыхлых осадочных отложений;
- диагенетический комплекс рыхлых и слабо сцементированных осадочных пород;
- породы раннего катагенеза – слабо- и среднеуплотненные осадочные породы;
- породы среднего катагенеза – от слабо- до сильноуплотненных осадочных пород;
- породы позднего катагенеза – сильноуплотненные осадочные породы;
- метаморфические породы зеленосланцевой, амфиболитовой и гранулитовой фаций;
- магматические породы – граниты, базальты, диориты, диабазы и другие;
- метаморфические и магматические породы зоны гипергенеза;
- вулканогенно-осадочные породы;

- сложный комплекс изверженных, метаморфических и осадочных пород.

Для выделенных комплексов определены основные горнотехнические параметры – пределы значений по пористости, влажности, прочности, категории по буримости, категории по шкале крепости. Выделенные комплексы отличаются по выбросоопасности, наличию нефтегазовых скоплений, степени углефикации углей и другим параметрам.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Малинин, С.И. Вторичные изменения пород, вмещающих ископаемые угли / С.И. Малинин. - М.: АН СССР, 1963. - 133 с.
2. Бронников, Д.М. Разработка руд на больших глубинах / Д.М. Бронников, Н.Ф. Замесов, Г.И. Богданов. - М.: Недра, 1982. – 292 с.
3. Любимов, Н.И. Справочник по физико-механическим параметрам горных пород рудных районов / Н.И. Любимов, Л.И. Носенко – М.: Недра, 1978. – 285 с.
4. Баранов, В.А. Определение нижней и верхней границ выбросоопасности горных пород / В.А. Баранов // Уголь Украины. - 1999.- №2.- С. 38-40.
5. Баранов, В.А. Влияние структуры на уплотнение карбоновых песчаников Донбасса / В.А. Баранов, В.А. Кириченко // „Форум гірників–2010”: Матеріали міжнар. конф., 21-23 жовтня 2010 г. – Дніпропетровськ.: НГУ, 2010. - Т.2. - С.126-130.

REFERENCES

1. Malinin, S.I. (1963), *Vtorichnye izmeneniya porod, vmeshchaushchikh iskopaemye ugli* [Second changes of rocks, which contain fossil coals], AN USSR, Moscow, SU.
2. Bronnikov, D.M., Zamesov, N.F., Bogdanov, G.I. (1982), *Razrabotka rud na bolshykh glubinakh* [Development of ores on large depths], Nedra, Moscow, SU.
3. Lyubimov, N.I., Nosenko, L.I. (1978), *Spravochnik po fiziko-mekhanicheskim parametram gornykh porod rudnykh rayonov* [Reference Book on the physic and mechanic parameters of rocks of ore districts]. Nedra, Moscow, SU.
4. Baranov, V.A. (1999), “Determination of low and high bounds of outburstness rock”, *Coal of Ukraine*, no. 2, pp. 38-40.
5. Baranov, V.A., Kirichenko, V.A. (2010), “Influence of structure on the compression of carboniferous sandstones of Donbass”, *Forum gornyakov – 2010*, [Materials of international conference «Forum of miners–2010»], *Proc. Of the International scientific conference “Forum of Mining Engineers”*, Dnepropetrovsk, Ukraine, 21-23 October 2010, no. 2, pp.126-130.

Анотація. Предметом досліджень є гірські породи різного складу і умов формування. Приведені результати одержані автором в процесі лабораторних досліджень і шляхом аналізу літературних джерел. Метою досліджень є розробка класифікації властивостей і стану гірських порід різного генезису. Одержані результати показують відсутність єдиних закономірностей зміни властивостей порід за площею і з глибиною. Це торкається порід різного генезису. Співвідношення горизонтальних і вертикальних напруг можуть мінятися у різних напрямках, на різних глибинах і в різних породах, по локальних закономірностях, які в даний час не можна застосовувати для всіх районів. Даний висновок є слідством регіональних досліджень тектоніки плит, геофізичних досліджень, відповідно до яких конвекційні явища переміщення речовини є відповідальними за тектонічні напруги в земній корі, на різних глибинах. Одержані дані на різних територіях добре ілюструють різноманітність властивостей різних порід і руд. На основі лабораторних досліджень і аналізу результатів за літературними даними, розроблена петрологічна класифікація властивостей комплексів гірських порід, що формуються в різних гірничо-геологічних умовах. До вказаного переліку увійшли: - седиментація - діагенетичний комплекс пухких осадочних відкладів; - діагенетичний комплекс пухких і слабо зцементованих осадочних порід; - породи раннього катагенезу – слабо- і середньоущільнені осадочні породи; - породи середнього катагенезу – від слабо- до сильноущіль-

нених осадочних порід; - породи пізнього катагенезу – сильноущільнені осадочні породи; - метаморфічні породи зеленосланцевої, амфіболітової і гранулітової фацій; - магматичні породи – граніти, базальти, діорити, діабазы і інші; - метаморфічні і магматичні породи зони гіпергенезу; - вулканогенно-осадочні породи; - складний комплекс вивержених, метаморфічних і осадочних порід.

Ключові слова: гірські породи, властивості, катагенез, діагенез, метаморфізм, магматизм, класифікація.

Abstract. Subject of research is rocks of different compositions and conditions of formation. The author obtained the results by way of laboratory research and analysis of literature resources. Object of the research is to classify properties and state of the rocks of different genesis. The results obtained show that there is no common tendencies of the rock property changes in different areas and at different depths. The same is with the rock of different genesis. Ratio of horizontal and vertical stresses may vary in different directions at different depths and in different rocks by local laws, which currently cannot be used for all areas. This conclusion is a consequence of regional tectonics investigations and geophysical investigations according to which the convectional effects of the substance dislocation are responsible for the tectonic stresses in the Earth's crust at different depths. The obtained data on different territories proper reflect a diversity of the different rock and ore properties.

On the basis of laboratory researches and analysis of literature, classification of petrological properties of the rock complexes formed in different geological conditions was developed. The following list includes: sediment-diagenetic complex of the loose basic sediments; diagenetic complex of the loose and poorly cemented sedimentary rocks; - early katagenesis rocks: from slightly to semi-consolidated sediments; - middle katagenesis rocks: from slightly to highly-consolidated sediments; metamorphic rocks of greenschist, amphibolitic and granulite facies; magmatic rocks - granites, basalts, diorites, diabases etc.; - metamorphic and magmatic rocks related to the area of hypergenesis; igneous-sedimentary rock; multi complex of igneous, metamorphic and sedimentary roach.

Keywords: rocks, katagenesis properties, diagenesis, metamorphism, magmatism, classification.

Стаття поступила в редакцію 15.12. 2013

Рекомендовано к печати д-ром техн. наук Т.В. Бунько

УДК 622.831.322:622.831.325: 532.5

Д.М. Житленок, д-р техн. наук, ст. науч. сотр.
(ГП «Дзержинскуголь»)

**ВСКРЫТИЕ НАИБОЛЕЕ ВЫБРОСООПАСНЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ
НА «ШАХТЕ ИМ. Ф.Э.ДЗЕРЖИНСКОГО» С ПРИМЕНЕНИЕМ
ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

Д.М. Житльонок, д-р техн. наук, ст. науч. співр.
(ДП «Дзержинськвугілля»)

**РОЗКРИТТЯ НАЙБІЛЬШ ВИКИДОНЕБЕЗПЕЧНИХ ВУГІЛЬНИХ
ПЛАСТІВ НА «ШАХТЕ ІМ. Ф.Е. ДЗЕРЖИНСЬКОГО»
З ЗАСТОСУВАННЯМ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ ДІЇ**

D.M. Zhytlenok, D.Sc. (Tech.), Senior Researcher
(SE «Dzerzhynskvugillia»)

**OPENING OF THE OUTBURST-PRONE COAL SEAMS IN THE
"DZERZHINSKIY MINE" APPLYING METHOD OF HYDRODYNAMIC
IMPACT**

Аннотация. Представлены результаты промышленных испытаний способа гидродинамического воздействия по предотвращению внезапных выбросов угля и газа перед пересечением угольного пласта промежуточным квершлагом. Промышленные испытания проводили в соответствии с методикой, утвержденной на Бюро центральной комиссии по вопросам вентиляции, дегазации и борьбы с газодинамическими явлениями в шахтах угольной промышленности Украины. В результате промышленных испытаний способа скорректированы параметры гидродинамического воздействия на угольный пласт перед его вскрытием. Разработаны схемы расположения технологических скважин для выполнения гидродинамического воздействия через одну скважину на выбросоопасные угольные пласты m_3 - «Толстый» и m_2 - «Тонкий» перед их вскрытием промежуточным квершлагом.

Ключевые слова: гидродинамическое воздействие, угольный массив, внезапные выбросы угля и газа, технологические скважины, промышленные испытания.

Добыча угля в Украине, особенно в Донецком бассейне, ведется в сложных горногеологических условиях. Программой правительства предусмотрено применение технологий, обеспечивающих высокие темпы добычи угля, введение в эксплуатацию новых мощностей, строительство новых горизонтов при обеспечении высокой степени безопасности работ. Вместе с начинающимся подъемом отрасли встают проблемы, характерные для ведения работ на глубоких горизонтах. Следует отметить в первую очередь такие факторы как высокое горное давление, выбросоопасность пластов, большая газоносность массива, высокая температура пород и обилие геологических нарушений.

Высокое горное давление и высокая газоносность угольных месторождений обуславливают высокую степень риска развязывания газодинамических явлений при проведении подготовительных и очистных работ.