

УДК 553(076.5)(075.8)

**АКТУАЛЬНОСТЬ НАУЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ
«БИОФИЗИКА ГОРНЫХ ПОРОД»**

Поликарпова Н.Н.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Эволюционное единство развития биотических и абиотических систем, аналогии в уровнях организации вещества, физических полей и других характеристик позволяют предполагать о глубокой еще недостаточно изученной их взаимосвязи. Живые организмы в своём существовании и развитии находятся в непрерывном вещественном и энергоинформационном взаимодействии с геосферой. Механизмы этого взаимодействия действуют на различных иерархических уровнях. «Биофизика горных пород» ставит своей целью изучение процессов взаимодействия геологических и биологических систем на уровне горных пород и минералов.

Каждая эпоха рождает свой тип мировоззрения. Новые знания и новый опыт постоянно вносят свой вклад в науку, и идет непрерывный процесс развития познания человеком существующей реальности. Но бывают революционные периоды в развитии науки, которые характеризуются перестройкой концептуальных основ. Выживание человечества в сложившихся условиях экологического кризиса требует иного типа взаимоотношений между человеком и сферой его обитания и, следовательно, новых научных и образовательных концептуальных подходов. «У человечества нет иного выхода из экологического тупика истории (в форме первой фазы Глобальной Экологической Катастрофы) кроме перехода на стратегию ноосферной (ноос греч. разум) гармоничной социоприродной эволюции...» - пишет известный русский теоретик А.И.Субетто [1].

Формирование «Ноосферизма» как новой парадигмы XXI века базируется на синтезе наук - междисциплинарном объединении знаний. Становлению новой естественнонаучной парадигмы способствуют перемены, произошедшие в общем подходе естествоиспытателей к изучению природы обусловленные пониманием, что обособленное исследование явлений и процессов природы с позиций отдельных научных дисциплин оказывается неадекватным (например, проблема биосферно-геосферной эволюции). Поэтому в науку все шире проникают идеи холистического, или целостного, подхода к изучению природы, которые в наше время сформировались в системный метод ее изучения. Особо плодотворным этот метод зарекомендовал себя на стыке геологии и биологии. Результаты такого подхода незамедлительно сказались при исследовании общих проблем взаимодействия биотических, и абиотических физических систем и сформировались новые научные направления, среди которых особое место занимает экологическая геология.

Извлечение из недр литосферы огромного количества различных пород сопровождается ростом экзогенной и эндогенной техногенной «каверзности». Особенно опасной считается тенденция увеличения мезо- и макропористости. Вследствие возрастания пористости литосферы снижаются параметры физико-механической прочности грунтов, их устойчивости к нагрузкам. Многие регионы литосферы превратились в «ноздреватую губку» под влиянием подземной техногенной денудации. Повышенная «хрупкость» литосферы сопряжена с локальными критическими и катастрофическими последствиями. Интенсивно псевдокарст проявляется в районах разработки полезных ископаемых. С эндогенной каверзностью литосферы связана также тенденция активизации техногенных землетрясений.

Экстенсивное развитие промышленности во второй половине двадцатого века привело к интенсивному накоплению в приповерхностной части литосферы химических элементов в концентрациях опасных для среды существования живых организмов. Литосфера является материальной основой биосферы – сферы живого вещества. На ней формируются почвы, ландшафты, растительные и животные сообщества. В некотором смысле литосфера выступает как творящее начало биосферы. В настоящее время литосфера все больше изменяется в процессе человеческой деятельности и включается в техносферу (часть геосферы, затронутой техногенезом). Вследствие сложившихся условий происходит беспрецедентное нарушение состояния биосферы, характеризующееся, прежде всего вымиранием многих биологических видов.

Решение проявившихся экологических проблем требует новых научных подходов. Экологическая геология является одним из них. Экологическая геология базируется на синтезе геологических и экологических знаний, (Трофимов, Зилинг, 2000; 2002) [2]. При этом не существует окончательно выработанной терминологии в обозначении экологического направления геологии, также как и нет четких границ этого научного раздела. Экологическая геология находится на этапе становления. Она стоит на позициях биоцентризма, при этом предполагается всесторонний учет всех видов воздействия человека на геологическую среду и влияния геологической среды на биоту. Такой подход обуславливает сложную структуру этого научного направления. По Абалакову А.Д. [3] экологическая геология включает в себя следующие разделы:

- общая экологическая геология,
- региональная экологическая геология,
- экологическая геоморфология,
- историческая экологическая геология,
- экология фациальная,
- историческая экологическая геология (палеогеография),

- социально-экологическая геология,
- ландшафтно-экологическая геология,
- прикладная экологическая геология,
- экологическая петрология,
- экологическая геодинамика,
- экология формирования месторождений полезных ископаемых,
- экология добычи (разработки) полезных ископаемых.,
- инженерная экологическая геология,
- экологическая гидрогеология,
- экологическая геофизика,
- эколого-геологическое ресурсоведение,
- правовая экологическая геология
- эколого-геологическая картография,
- дистанционная экологическая геология,
- геоинформационная экологическая геология.

При этом каждое направление имеет собственный научный базис, специфику методологических и методических приемов, различную степень развития, однако все они направлены на изучение экологических аспектов геосферы.

В настоящее время в мировой практике экологический аспект выходит на передний план во всех видах научной и образовательной деятельности. Особое внимание уделяется экологической подготовке молодых специалистов. В России решение этих вопросов связывается с внедрением в образовательный и воспитательный процесс ноосферной концепции. Ведущие ВУЗы РФ вводят в образовательный процесс специальные дисциплины под названием «Геоэкология», «Геологическая экология» «Экологическая геология» и др. В структуре экологической геологии выделяются следующие основные направления её изучения: геодинамическое, гидрогеологическое, геохимическое, геофизическое, петрологическое.

На кафедре «Горные работы» БНТУ в рамках геоэкологии разрабатывается направление, обозначенное как «Биофизика горных пород», которое в качестве базисных основ использует современные мировоззренческие, теоретические и методологические разработки. Предметом ее изучения являются физические процессы взаимодействия между минеральными и биологическими компонентами биосферы на уровне горных пород и минералов, а также явления, которые характеризуют минеральные системы, как особые формы жизнепроявления.

Верхняя оболочка планеты Земля в целом (литосфера) и слагающие ее компоненты (горные породы и минералы), их расплавы (магмы), подземные воды и газы оказывают огромное влияние на существование и развитие живого мира и человеческого общества. По утверждению В. И.

Вернадского, филогенез живых организмов напрямую связан с катастрофическими явлениями в природе [4, 5]. Приобретенная в результате эволюции способность организмов к приему предвестников катастрофических явлений и связанная с ней максимальная мобилизация буферных (защитных) систем, лежит в основе их жизнеспособности в последующих за тем резких изменениях в природе. Таким образом, литосфера является базисным фактором в развитии биосферы. В свою очередь, живые организмы и их системы оказывают обратное воздействие на геологическую среду. В своем фундаментальном труде «Биосфера» В. И. Вернадский выявил геологическую роль живых организмов и показал, что их деятельность представляет собой важнейший фактор преобразования минеральных оболочек планеты [4].

В настоящее время фактически признается наличие, коэволюции геосферы и биосферы, т.е. их взаимозависимое развития. Литосфера и все компоненты ее иерархической организации существуют и развиваются совместно с биосферой на протяжении более 3,5 млрд лет. Многочисленные исследования, открытия в области геологии, геофизики, геохимии, биологических наук показали, что имеются разнообразные аналогии между живой и неживой природой. Да и сама грань между ними, по заключению биолога А.И. Опарина [6, 7], является условной, поскольку жизнь нельзя охарактеризовать какими-то определенными свойствами, а лишь особенной специфической комбинацией этих свойств. По современным представлениям для существования жизни необходимы три главных условия: обмен веществом, способность к самовоспроизведению и мутабельность. Аналогии, подтверждающие общность биологических и геологических систем многочисленны: в уровнях организации вещества (органелла – минералы, организмы – горные породы, биоциноз – планета Земля); кристаллизационные процессы; обменные процессы; жидкостные системы; движение как функция активной деятельности; самоорганизующиеся процессы; бактериальные процессы; энергетические процессы; гомеостаз; неоднородность; генетические функции; морфологические особенности; развитие индивидов и видов; старение; ускорение обменных процессов в присутствии нейтральных веществ; физические поля; эволюционное развитие.

Историко-генетическое сходство биотической и абиотической систем, аналогии в уровнях организации вещества, физических полей и других характеристик позволяют предполагать о глубокой еще недостаточно изученной взаимосвязи двух миров природы. Ее деформация может привести к серьезным экологическим последствиям. Биосфера уподобляется суперорганизму, в котором все составляющие находятся в функциональной взаимозависимости. Знаменитый ученый и философ Пифагор учил, что в природе нет ничего лишнего, все живое и неживое находится в родстве и влияет друг на друга. Все составляющие биосферы связаны общно-

стью энергии и питательных веществ. Питательные вещества первоначально происходят из абиотического компонента системы, в который, в конце концов, и возвращаются либо в качестве отходов жизнедеятельности, либо после гибели и разрушения организмов, т.е. происходит циркуляция веществ между атмосферой, гидросферой, литосферой и живыми организмами. Такие круговороты называются биогеохимическими циклами. Один из основных биогенных элементов – азот в виде атомов содержится в атмосфере и составляет 80% от общей массы её газообразных компонентов.

При электрических разрядах он переходит в пригодную для использования организмами форму, оксидов азота. Часть азота из газовой фазы в аммиачную форму синтезируется азотфиксирующими бактериями. Другие хемосинтезирующие бактерии переводят аммиак последовательно в нитриты и нитраты, наиболее эффективную форму для усвоения растениями. Биологическая фиксация азота на суше составляет около 1 г/м^2 . После отмирания организмов гнилостные бактерии разлагают азотсодержащие соединения до аммиака, который частично уходит в атмосферу, но в основной массе окисляется до нитритов и нитратов и вновь используется. Некоторое количество соединений азота фиксируется в глубоководных отложениях и на миллионы лет выходит из круговорота. Эти потери компенсируются поступлением азота в атмосферу с вулканическими газами.

Другим жизненно важным элементом, входящим в состав белков, является сера. В виде минералов класса сульфидов она входит в состав руд на суше, а также глубоководных отложений. В доступную для усвоения растворимую форму эти соединения переводятся хемосинтезирующими бактериями, способными получать энергию путём окисления восстановленных соединений серы. В результате образуются сульфаты, которые используются растениями. Глубоко залегающие сульфаты вовлекаются в круговорот другой группой микроорганизмов, восстанавливающих сульфаты до сероводорода. Источником фосфора – основного компонента энергетического субстрата живых организмов – трифосфата, служат залежи апатита и фосфоритов. Вследствие вымывания фосфора из горных пород он попадает в речные системы и частично используется растениями, а частью уносится в море, где оседает в глубоководных отложениях. Благодаря лову рыбы часть фосфора возвращается на сушу в небольших размерах (около 60 тыс. т. элементарного фосфора в год).

В процессе биогенного кругооборота вещества мельчайшие микроорганизмы, стоящие в самом начале пищевой цепи, играют колоссальную роль в переводе химических элементов из абиотического состояния в организменное. Исследование скальных пород, находящихся на дне Атлантического и Тихого океанов, которое проводилось в рамках программы

Ocean Drilling Program (ODP), [8] показало, что микробы "проедают" целые ходы в подводных породах, которые выглядят как след проползавших червей. Образцы пород, извлеченные с глубин, доходящих до 6 километров, были исследованы с помощью сканирующего электронного микроскопа (онлайн журнал Geochemistry, Geophysics, Geosystems). Результаты исследования показали, что потребление микроорганизмами минералов, слагающих скальные породы, является широко распространенным процессом, происходящим практически на всех морских глубинах. В процессе своей жизнедеятельности бактерии, разрушая породу и используя выделяющуюся, энергию, высвобождают разнообразные минеральные вещества и обеспечивают их поступление в состав океанических вод. По мнению исследователей, этот процесс имеет глобальный характер и обеспечивает планетарные циклы обмена веществ, и в частности углерода, во многом определяющий земной климат. Предполагается также, что деятельность таких микроорганизмов в прошлом могла значительно изменить состав земной атмосферы и ход эволюции, предопределив появление более сложных форм жизни. Это открытие существенно меняет представление о земной биосфере, поскольку предполагает, что основная масса живых существ находится на дне морей, скрытая в скальных породах, а не живет на суше или морской поверхности, как принято считать.

Живые организмы в своём существовании и развитии находятся в непрерывном вещественном и энергоинформационном взаимодействии с геосферой. Механизмы этого взаимодействия действуют на различных иерархических уровнях, от элементарного молекулярного, где минералы могут работать в качестве катализаторов химических процессов, до геосферных - вулканизма, тектоники и др., которые оказывают широкомащтабное действие на биотические сообщества.

«Биофизика горных пород» ставит своей целью изучение процессов взаимодействия геологических и биологических систем на уровне горных пород и минералов. Известно, что все горные породы различаются по происхождению, минералогическому и химическому составу, имеют различные структурные особенности, залегают в земной коре в виде обособленных тел, имеющих различную форму, характеризуются различной пористостью и трещиноватостью, влагосодержанием, тепло- и электропроводностью и целым рядом иных физических и химических свойств, определяющих их индивидуальность и делающих, по сути, не объектами, а субъектами.

Еще в большей степени индивидуализм проявляется на уровне кристаллов минералов. Российские исследователи с помощью изготовленного ими магнитного сепаратора разделили одноименные минералы, незначи-

тельно различающиеся магнитной восприимчивостью [9]. Результаты исследований показали, что в ограниченном объеме породы (10 см.³):

а) содержания Rb, Sr, K различаются в каждой минеральной популяции биотита, мусковита, роговой обманке из интрузивных и метаморфических пород;

б) $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -отношение варьирует в популяции аксессуарных апатита, а также титанита;

в) $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -отношение зачастую неоднородно в роговых обманках, биотитах, полевых шпатах. Авторами сделан вывод что, неоднородность внутри популяции одноименных минералов возникает на разных этапах геологической истории породы, в том числе и на этапе консолидации из расплава. Минералы одного вида могут существенно различаться из-за наличия в их составе примесей. Кристаллы минералов имеют генетически обусловленное строение кристаллической решетки, отличаются друг от друга степенью деформации, своей энергетикой и др. Они проходят зародышевую стадию [10], растут и размножаются, т.е. проявляют свойства типичные для живых организмов.

Взаимодействие в системе горные породы (минералы) - биологический организм осуществляется не только на вещественном уровне (о чем достаточно хорошо известно), но прежде всего на энергетическом. Механизм таких взаимодействий практически не изучен, хотя на практике он издавна использовался в традиционном лечении камнями. В конце двадцатого столетия исследованиями зависимости онкологических заболеваний от геохимических факторов было заложено новое научное направление медицинской геохимии – раздела медицинской геологии. В связи со всем вышеизложенным становится очевидной актуальность развития направления биофизика горных пород.

Литература

1. Субетто А.И. Сочинения. Ноосферизм. Том первый. Введение в ноосферизм. Ноосферизм: движение или новая мировоззренческая система?/ Под ред. Л.А.Зеленова – СПб. – Кострома: КГУ им. Н.А.Некрасова, 2006. – 644с.
2. Трофимов В. Т. Экологическая геология : учебник для вузов / В. Т. Трофимов, Д. Г. Зилинг. – М. : Геоинформмарк. 2002. – 416 с.
3. Абалаков А. Д. Экологическая геология : учеб. пособие / А. Д. Абалаков. – Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2007. – 267 с.
4. Вернадский В.И. Биосфера / В. И. Вернадский. М.: Изд. Дом «Ноосфера». 2001. С. 14
5. Вернадский В. И. Научная мысль как планетарное явление / В. И. Вернадский. – М. : Наука, 1981. – 271 с.
6. Опарин А.И. Происхождение жизни, 1924. 132 с.
7. Опарин А.И. Жизнь, ее природа, происхождение и развитие. М., 1960, 189 с.
8. онлайн журнал Geochemistry, Geophysics, Geosystems.

9. Пономарчук В.А., Лебедев Ю.Н., Шевченко Д.О., и др. (ОИГГМ СО РАН) Микрогеохимическая неоднородность природных минералов. Материалы 18-ого Съезда Международной минералогической ассоциации ponomar@uiggm.nsk.ru; тел.: 7-3832-333133, факс: 7-3832-332792

10. Мозгова Н.Н., Гликин А.Э., Соколова Е.В. Геология рудных месторождений, 2003, т.45, №3, с. 2

УДК 624.121.532

ВОПРОСЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И СНИЖЕНИЯ ОПАСНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ремез Н.С., Вовк О.А., Вапничная В.В.

Национальный технический университет Украины “КПИ”, Украина, г. Киев

Рассмотрены вопросы прогнозирования и снижения опасности возникновения и развития динамических процессов; предложена эффективная схема ведения горных работ, позволяющая снизить проявления горного давления, газонасыщенность смежных пластов, регулировать процессы накопления и высвобождения упругой энергии; выбран эффективный метод снижения опасности возникновения горных ударов взрывной обработкой угля и вмещающих пород в районе горных выработок зарядами различного действия, торпедирования и др.

Общая тенденция развития угольной промышленности Донбасса, приводящая к вынужденному увеличению глубины разработки угольных залежей, ставит, в качестве одной из главных научно – технических проблем, проблему заблаговременной оценки и прогноза удароопасности, своевременное выявление месторождений с угрозой возникновения опасных динамических явлений.

Большую роль играет разработка мероприятий по рациональному управлению геомеханическими процессами, способствующими снижению напряженности в породном массиве или пласте угля, путем перемещения зоны опорного давления вглубь массива и т.п. В результате обобщения и анализа практического материала специалистами выработаны разнообразные критерии оценки степени удароопасности и методы их локализации с доведением до безопасных уровней интенсивности. Разумеется, изучив напряженное состояние нетронутого массива того или иного месторождения, невозможно серьезно ставить вопрос о прогнозе степени его удароопасности и выборе общих подходов к его безопасной разработке. Помимо различных критериев оценки склонности к горным ударам, описанных нами в работе [3] следует упомянуть ещё несколько признаков, основанных на определении критических уровней гравитационных напряжений в нетронутом массиве в сочетании с некоторыми характерными свойствами пород.