

вск, 1998. – Вып. 15. – С. 28-30.

3. А. с. №1452242. Устройство для термоциклического образования котловых полостей в горных породах / С.А. Полуянский, В.Я. Осенний, Ю.Н. Вахалин (СССР). Заявлено 15.09.88. – не публ.

4. Черепанов Г.Н. Механика разрушения горных пород в результате бурения. – М.: Недра, 1987. -308 с.

5. Разрушения горных пород при термоциклическом воздействии / А.Н. Москалев, Е.Ю. Пигида, Л.Г. Кереклици, Ю.Н. Вахалин. – К.: Наукова думка, 1987. -248 с.

6. Баранов В.А., Осенний В.Я., Кириченко В.А. Образование квазикристаллов в горных породах в результате термодинамических процессов// Высокоэнергетическая обработка материалов. – Дн-вск, 1995.– Т. 2. – С. 112–116.

7. Дмитриев А.П., Гончаров С.А., Гершанович Л.Н. Термическое разрушение горных пород. - М.: Недра, 1990. -255 с.

УДК 622.02:550.3

Б.М. Усаченко

ГЕОТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА И ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ ОСВОЕНИИ НЕДР

Наведено визначення геотехнічної механіки як нового напрямку в науках про Землю, яка комплексно вивчає на інтеграційному рівні процеси при освоєнні надр; обґрунтовані методологічні принципи та подані прикладні розробки по діагностиці геотехсистем.

Крупные изменения социального характера и новые условия экономического развития в Украине в ранг важнейших ставят задачу эффективного освоения ее природных ресурсов. Без преувеличения можно сказать, что в разряд ценнейших ресурсов, обеспечивающих подъем и развитие страны, относится литосферный ресурс, определяющий долговременные национальные интересы Украины по его использованию как в плане добычи полезных ископаемых, так и в целях специального подземного строительства для различных потребностей хозяйственного комплекса.

Фундаментальное значение в решении этой проблемы должна занять новая научная дисциплина из класса наук о Земле – геотехническая механика. По определению академика НАН Украины Н.С. Полякова, сформулировавшего это научное направление, геотехническая механика – наука о процессах, происходящих в недрах земли при добыче полезных ископаемых и освоении подземного пространства в иных целях и создании технологий управления ими для обеспечения эффективного использования недр. Очевидно, что цели и задачи этой науки значительно шире, определяемых механикой горных пород, механикой грунтов, механикой скальных пород [1] и механикой подземных сооружений [2]. Включая задачи прикладной геомеханики (изучение свойств геоматериалов, протекающих в них процессов под действием природных и техногенных факторов, описание взаимодействия объекта с литосферой и выбор его параметров по обеспечению эксплуатационной надежности), геотехническая механика составной частью содержит двуединую задачу научного обоснования принципов соз-

дания и применения средств и способов, обеспечивающих регламентируемое протекание процессов при взаимодействии системы «объект – литосфера». Ключевым здесь является то, что вид и последовательность осуществления управляющих воздействий для достижения требуемого эффекта в стабильности работы системы, осуществляется на основе учета взаимосвязи геомеханических и горно-технологических факторов.

Под термином «геотехническая механика» в широком смысле следует понимать всю совокупность научных знаний о механике литосферы, механике процессов воздействия на нее и управляемого изменения ее состояния, механике взаимодействия систем «объект – среда», составляющих основу для разработки способов, средств, выбора мер и видов работ при освоении недр, а также оценки последствий и экооптимизации мероприятий, обеспечивающих предотвращение вредного влияния работ на окружающую среду и человека.

Как видно в самом понятийном определении «геотехнической механики» предопределен ее междисциплинарный характер и неизбежная необходимость интеграции наук, составляющих базис этой науки. Наряду с этим, в нем же определена и ее теоретическая база. Очевидна направленность разработки научно-технических принципов по решению основной задачи геотехнической механики. Таким образом, определение геотехнической механики как науки более широкое по сравнению с понятиями горная геомеханика (литомеханика, гидромеханика, газомеханика) [3] или другими, так называемыми, «стыковочными» [4] науками, обеспечивающими инженерную деятельность по освоению недр.

Заметим, что в известной фундаментальной классификации горных наук [5], определяющей геомеханику и разрушение горных пород как самостоятельные горные науки, они отнесены к «горному недроведению». Комплекс горных наук, предметом которых являются процессы при извлечении из недр полезных ископаемых и подземном строительстве, входят в группу наук под общим названием «геотехнология» (физико-техническая, физико-химическая, строительная). Горная наука о процессах и закономерностях взаимодействия машин с геоматериалами при их добыче, транспортировке и переработке определена как «геотехника» (горное машиностроение). Вопросы проектирования и экономики освоения недр и георесурсов, горной экологии и информатики – составная часть содержания «горной системологии». Отмечая фундаментальный методологический подход, определяющий общность классификации, следует подчеркнуть некоторую условность дифференциации наук по группам, что, на наш взгляд, вызвано как потребностью формулирования предмета их исследований, так и процедурой анализа и приложения результатов. Вместе с тем, предпочтительность такой классификации горных наук оговорена, а ее наполнение классификационными подсистемами иного уровня только обеспечит успешное решение задач жизнедеятельности человека в окружающем мире.

Возвращаясь к определению «геотехническая механика», следует сказать, что оно лишено элементов произвольности, поскольку совокупно раскрывает направления исследований, комплекс возможных взаимосвязей условий и факторов, в первую очередь, на физико-механическом уровне. Во-вторых, оно предполагает наличие и взаимодействие множества объектов, технических

средств и технологических способов, что создает предпосылки для выявления системного свойства формирующейся геотехнической системы, которые существенно отличаются от простой суперпозиции свойств ее элементов [6].

Понятие «геотехническая механика» вбирает в себя и направленность работ, связанных с эколого-геомеханической безопасностью освоения недр, которую нельзя рассматривать обособленно от экономики и технической безопасности ведения горных работ [7].

Геотехническая механика – новое направление в науках о Земле. Это комплексная дисциплина, изучающая на интеграционном уровне закономерности процессов при освоении недр и научно-технические принципы создания и применения технологий, направленных на их рациональную и безопасную эксплуатацию и сохранение.

Следует особо подчеркнуть, что фундаментальные результаты последних лет в области механики горных пород и массивов, горного дела (Открытия № 337, СССР; №№ 1,12,43 Украины и др.) создают надлежащую теоретическую базу для разработки общенаучных основ геотехнической механики, разработки концептуальной, методической, понятийной и критериальной базы по ее проблемам, обоснования на системном и процессном уровнях принципов и технологии оценки и снижения последствий воздействия человека на окружающую среду при освоении недр.

Практическая деятельность по добыче полезных ископаемых, строительству зданий, сооружений, развитию различных инженерно-технологических сетей связана с проникновением в литосферу Земли и сопровождается формированием геотехнических (природно-технических) систем (ГТС) [8,9]. Существует множество подходов по выявлению свойств, принципам выделения и классификации ГТС. Используя эвристическую классификацию систем [6] и принципы выделения ГТС по функциональному назначению [10], а также, учитывая собственный опыт, сформулируем особенности по диагностике свойств ГТС, оценке их изменения под влиянием внешних факторов и имманентно присущих самой системе. Главная предпосылка, что ГТС обладает новыми свойствами, которых не имеют ее отдельные элементы, является базисной в их диагностике. Доминирующими здесь являются показатели свойств ГТС [6]: природа, масштабность, сложность, развитие во времени, характер и наличие связей с внешней средой, наличие о ней информации, способ описания (моделирования) системы. ГТС при освоении недр по масштабности можно отнести к сублокальным, локальным, суперлокальным; сложным, динамическим, имеющим существенные вещественные связи с литосферой. Взаимодействие технологического объекта с геологической средой определяет число и характер классификационных критериев ГТС. Согласно [10] выделено шесть типов ГТС. Геотехсистемы, связанные с освоением недр, отнесены к первому классу. Принимая и развивая указанный подход, считаем возможным выделить три типа критериев состояния ГТС: технологические, литолого-геомеханические (геологические) и взаимодействия, определяющие тесноту связи технообъекта с природной средой. Учитывая масштабность и сложность ГТС, ее структур и целевое назначение диагностики, следует определить диагностируемые элементы системы в такой

иерархической соподчиненности: процесс, объект, система, территория границ ГТС.

Исходя из этих методических предпосылок, и принимая во внимание требования по обеспечению надежности и безопасности эксплуатации техносистем, в том числе и геотехсистем (Постанова КБМ України від 5 травня 1997 р. № 409 «Про забезпечення надійності й безпечної експлуатації будівель, споруд та інженерних мереж»), ИГТМ НАН Украины и НТЦ «Подземиндустрия» Академии горных наук Украины выполнен комплекс научных и конструкторско-технологических разработок, на базе которых созданы средства и методики технической диагностики подземных объектов и систем. В основу разработок положена идея неразрывной связи приборной диагностики геотехнической системы, объекта, среды, процесса, обоснования на базе ее результатов эффективных технологий управляемого воздействия на них в целях недопущения их состояния до критического, которое могло бы привести к аварийным или чрезвычайным ситуациям, а также приборного контроля качества выполненных воздействий. Принятый подход определяет научно-техническую парадигму эксплуатации подземных систем и объектов, а также контроля производственной среды, сущность которой сводится к следующему: диагностика и контроль являются постоянной задачей, требующей непрерывного совершенствования научного, технического, экономического и нормативно-организационного обеспечения. Профилактическая техническая диагностика подземных систем и объектов, контроль производственной сферы должны стать важнейшим элементом всей работы по оценке и снижению степени инженерного риска в практической деятельности человека при освоении недр. В ключе сказанного можно вычлениить три весьма важные задачи: 1) накопление новых знаний о функционировании геотехнических систем, подземных объектов и развитии процессов в увязке с признаками ситуаций, определяемых «Временным классификатором чрезвычайных ситуаций»; 2) разработка количественной теории безопасности эксплуатации подземных систем, объектов и применяемых технических средств; 3) создание принципов построения и разработка национальной системы территориальной информации по освоению подземного пространства и ситуации в литосферной среде. Реализация этого невозможна без двух таких компонентов: 1) создание и унификация средств и методического обеспечения технической диагностики ГТС, объектов, процессов и 2) разработка критериальной и нормативно-технической базы по показателям безопасности их функционирования.

В ключе сказанного наши методические и приборные разработки для диагностики ГТС были подчинены использованию виброакустического, электрометрического методов и метода ЕИЭМПЗ, как наиболее оперативных и информативных. Разработан портативный электронный индикатор «ДВШ-2М» для оценки качества бетона и геоматериалов в различных шахтных и подземных сооружениях. Индикатор работает на принципе определения времени взаимодействия специального ударного устройства с контролируемой поверхностью. Цифровая индикация и автоматизированная обработка сигнала повышает продуктивность контроля и исключает влияние субъективного фактора на результаты оценки. Прибор может использоваться даже в условиях плохой видимости.

сти.

Для оценки технического состояния объекта наличия в заоболочечном или закрепном пространстве пустот разработан портативный спектроанализатор ИСК [11], применение которого дает возможность оценить по амплитудно-частотной характеристике изучаемого объекта: видимые и невидимые отслоения в породных массивах и материалах оболочек подземных сооружений, осуществлять контроль взаимодействия системы «крепь – массив», оценивать уровень асимметрии нагрузок на крепь, работу анкерной и набрызгбетонной крепей.

В качестве характеристик состояния объекта в разработанном индикаторе «ДВШ-2К» приняты амплитуда и продолжительность колебаний системы. Учитываются параметры удара, а также синхронизация начала анализа сигнала от первичного преобразователя с момента возбуждения. В индикаторе применена схема стабилизации силы удара, работа которой базируется на блокировании системы индикации при выходе параметра за допустимую границу с выдачей соответствующих сигналов. Оцениваемой характеристикой является добротность колебательной системы, что определяется количеством свободных колебаний, амплитуда которых выше определенного фиксированного уровня. Первичным преобразователем вибрации является электронный аналог пьезоприемника с коническим концентратором.

Учитывая специфические особенности диагностики подземных объектов (геоматериал, конструкция), разработан индикатор комплексной виброакустической диагностики «ДИКОН-1», объединяющий в себе функции контроля состояния конструкции и контроля качества материала.

Для изучения геофильтрационных процессов в насыпных литоструктурах, вмещающих подземные и заглубленные объекты, разработан прибор ШИИС (ИС-1М), применение которого базируется на общеизвестной схеме симметричного вертикального электрического зондирования и электропрофилирования по симметричной четырехэлектродной схеме. Прибор обеспечивает зондирование литосферы до глубины 10 м.

В последнее время нами выполнен комплекс работ по применению метода ЕИЭМПЗ с регистрацией интенсивности электромагнитного излучения в диапазоне от сотен герц до десятков килогерц. Использование этого метода позволило выявить зоны повышенных напряжений в условиях шахт, тектонических нарушений и подвижек грунтов (оползни), локализовать геофильтрационные зоны и участки с микроперемещением грунтовых масс на присклоновых участках. В качестве аппаратуры применялся электромагнитный определитель напряжения («ДЭМОН»), разработанный Феодосийским институтом инженерной экологии.

Разработанные приборы с положительным результатом применены в условиях гипсовых, калийных, рудных, и угольных шахт, а также в камерах специального подземного строительства, тоннелях метрополитена и заглубленных водопроводящих сооружениях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горная энциклопедия, т.3 – М.: Сов. энцикл., 1987. – С. 321.
2. Булычев Н.С. Механика подземных сооружений в примерах и задачах: Учебное пособие для вузов. – М.: Недра, 1989. – 270 с.
3. Маньковский Г.И. О горной геомеханике. Науч. сообщ. ИГД. – 1962. – т.ХVII. – С. 3-8.
4. Мироненко В.А., Шестаков В.М. Основы гидрогеомеханики. – М.: Недра, 1974. – 296 с.
5. Классификация горных наук. – М.: РАН, Отделение геологии, геофизики, геохимии и горных пород, 1997. – 7 с.
6. Буряковский Л.А., Джафаров И.С., Джеваншир Р.Д. Моделирование систем нефтегазовой геологии. – М.: Недра, 1990. – 295 с.
7. Концепция государственной стратегии обеспечения экологической безопасности освоения недр (проект). – М., 1997. – 31 с.
8. Горные науки. Освоение и сохранение недр Земли. – М.: Изд-во Академии горных наук РФ. – 1997. – 480 с.
9. Бызов В.Ф., Усаченко Б.М. Комплексное решение проблем освоения подземного пространства / Проблемы гидрогеомеханики в горном деле и строительстве. – К.: 1996. – С. 100-102.
10. Толстихин О.Н. Земля – в руках людей. – М.: Недра, 1981. – 160 с.
11. Методы и средства оперативного геофизического контроля механических свойств и состояния горных пород / Б.М. Усаченко, А.А. Яланский, Т.А. Паламарчук, А.В. Бойко // Металлургическая и горнорудная промышленность. – Днепропетровск: ГПО «Южметаллургпром», 1991. – № 2. – С. 51-53.

УДК 622.271:502.55(с. 31–35)

С.З. Полищук, В.В. Голуб

ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Зпропонований новий підхід оптимізації конструктивних параметрів бортів кар'єрів ступенчатого профілю, як системи взаємопов'язаних літологічних геомеханічних і технологічних елементів.

Отрицательное влияние горнодобывающей деятельности на окружающую природную среду выдвигает в ряд важнейших проблему разработки экологоприемлемых технологий, обеспечивающих рациональную эксплуатацию недр и снижение техногенного воздействия на природные комплексы промышленных регионов. Одним из приоритетных направлений в решении природоохранных задач является геомеханическое обоснование технологических решений при разработке месторождений полезных ископаемых.

При достигнутых масштабах горных работ изменение конструкции бортов карьеров даже в незначительных пределах оказывает существенное влияние на