

- формувати систему вирішення протиріч з приводу кількісної складової рентних платежів з урахуванням економічних інтересів суб'єктів, тощо.

Таким чином, однією з особливих ключових проблем формування національної системи рентних відносин в гірничорудній промисловості України на сучасному етапі, є створення необхідних та достатніх умов для ефективного функціонування економічних відносин на підставі сукупності оптимізування проблем техніко-економічного, технологічного, природно-економічного та мотиваційного характеру. Для вирішення означених проблем необхідним є створення методичного підґрунтя з комплексним теоретичним обґрунтуванням необхідних адаптаційних моментів при створенні системи “рентоплатник-рентоотримувач”, яка враховуватиме правовий статус надр в Україні. Слід також зазначити, що з точки зору не лише теоретичного, але й практичного аспекту невід'ємною складовою в прийнятті рішення відносно доцільності впровадження рентних відносин в практику господарювання є скорочення трансакційних витрат на вирішення питань прикладного характеру.

УДК 622.831

С.Н. Розумный

АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗИ РАЗЛИЧНЫХ ПРОЧНОСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГОРНЫХ ПОРОД С ПОЗИЦИЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ХРУПКОЙ ПРОЧНОСТИ

Проаналізовано взаємозв'язки різних показників міцності гірничих порід з позицій статистичної теорії крихкої міцності.

ANALYSIS OF THE INTERCONNECTION OF THE DIFFERENT STRENGTH INDICATORS OF THE ROCK WITH POSITION OF THE STRUCTURAL THEORY OF FRAGILE STRENGTH

The interconnection of the different strength indicators of the rock with position of the structural theory of fragile strength were analyzed

Многочисленные результаты испытаний горных пород, которые накоплены к настоящему времени, позволяют устанавливать новые корреляционные зависимости между различными прочностными показателями. К. В. Руппенейт [1] предполагает существование для однотипных пород постоянных соотношений между пределами прочности на сжатие, растяжение, сдвиг и изгиб. В этом случае, для получения численных значений параметров, достаточно будет ограничиться определением условного предела прочности породы на одноосное сжатие или растяжение.

В. Вейбулл [2, 3] ввел, так называемый, коэффициент однородности материала m , который оценивается как параметр функции распределения прочности. Коэффициент вариации не зависит от объема материала и однозначно определяет показатель степени m в формуле:

$$S = 1 - e^{-V(\sigma/\sigma_0)^m}, \quad (1)$$

где V объём материала; σ_0 - напряжение, при котором вероятность разрушения единицы объёма составляет $S=0,63$. При одном и том же объёме нагружаемого материала хрупкая прочность будет различной, и разница будет тем больше, чем меньше значение коэффициента однородности [4].

В работе [5] приведены следующие соотношения для неоднородных напряжённых состояний:

1) чистый изгиб бруса круглого сечения

$$\frac{\sigma_{изг.кр}}{\sigma_p} = \left[\frac{(m+2)!!}{(m-1)!!} \right]^{1/m}; \quad (2)$$

2) поперечный изгиб бруса круглого сечения

$$\frac{\sigma_{изг.поп}}{\sigma_p} = \left[\frac{(m+2)!!(m+1)}{(m-1)!!} \right]; \quad (3)$$

3) чистый изгиб пластины в двух плоскостях

$$\frac{\sigma_{изг.пл}}{\sigma_p} = [2(m+1)]^{1/m}. \quad (4)$$

Кроме рассмотренных формул эквивалентности, существует закономерная связь дисперсии экспериментальных значений прочностных характеристик не только с абсолютными размерами, но и с видом напряжённого состояния [6]. Дисперсия значений хрупкой прочности должна уменьшаться с увеличением неблагоприятности напряжённого состояния, причём минимального (нулевого) рассеяния следует ожидать при трёхосном растяжении, которое является наиболее опасным для идеально хрупкого материала.

Для горных пород целесообразно определить коэффициенты однородности Вейбулла и выяснить их физический, механический и статистический смысл. Также важен вопрос связи коэффициента однородности с коэффициентом вариации при различных испытаниях, так как при изменении места приложения нагрузки и скорости нагружения коэффициенты однородности будут разными величинами. Испытания горных пород при различных режимах нагружения позволяют путём расчёта корреляционных связей проверить теоретические зависимости между различными прочностными характеристиками [7,8]. Так, по данным работы [9] при испытании трёх видов песчаников (крупнозернистых, среднезернистых и мелкозернистых) перпендикулярно и параллельно слоистости, получено среднее значение для соотношения

$$\frac{\sigma_{изг}}{\sigma_p} = 2.34. \quad (5)$$

Диапазон колебания этого соотношения составляет: 1,01-3,73, т.е. от единицы до четырёх раз. Соотношения между временными сопротивлениями сдвигу и растяжению по данным семи петрографических разностей для средних величин составили:

$$\frac{\sigma_{сдв}}{\sigma_p} = 2.4. \quad (6)$$

(минимальное значение- 1,4; максимальное - 4,5). Расхождение составляет величину, большую, чем в три раза.

В связи с попытками объяснить причины разрушения отрывом при действии сжимающих напряжений рассмотрены зависимости между пределами прочности при сжатии и растяжении. Установлено, что для хрупких горных пород отношение предела прочности на разрыв σ_p к пределу прочности на сжатие $\sigma_{сж}$ приблизительно соответствует величине коэффициента Пуассона. Однако последующие проверки показали, что коэффициент Пуассона в большинстве случаев превышает это отношение, поскольку зависимости между пределами прочности не могут полностью определяться упругими характеристиками материала, а связаны, в первую очередь, с неоднородностью прочностных связей и характером их статистического распределения в материале. Более точная зависимость предела прочности на сжатие от предела прочности на растяжение с учетом упругих и деформационных свойств пород имеет вид [1]:

$$\frac{\sigma_p E_{сж}}{\nu E_p} = \sigma_{сж}, \quad (7)$$

где $E_{сж}$ - модуль Юнга при сжатии; E_p - модуль при растяжении; ν - коэффициент Пуассона. Однако и здесь взаимосвязь $\sigma_{сж}$ и σ_p также основана на упругих характеристиках без учёта параметров разрушения и неоднородностей среды. В реальных же условиях за счёт неравномерности приложения нагрузки и неоднородности среды неизбежно возникновение растягивающих напряжений [10].

Рассмотрим результаты испытаний пород, изложенные в работе [11], в которой приведены данные по растяжению и сжатию. Проведённый корреляционный анализ показал, что при коэффициенте корреляции $\rho=0,73$ пределы прочности связаны соотношениями:

$$\sigma_p = 0,092\sigma_{сж} + 8,913; \quad \sigma_{сж} = 5,910\sigma_p + 375,55. \quad (8)$$

Такие соотношения могут использоваться не только для взаимного пересчёта, но и для проверки выводов статистической теории прочности. По данным работы [12] были подсчитаны корреляционные связи между σ_p и $\sigma_{сдв}$:

$$\sigma_p = 0,396\sigma_{сдв} + 29,166; \quad \sigma_{сдв} = 1,821\sigma_p + 18,34, \quad (9)$$

при этом коэффициент корреляции составил $\rho=0,85$. Если провести корреляцию между σ_p и $\sigma_{сдв}$ в виде их соотношений, то получим:

$$\sigma_p = 0,478\sigma_{сдв}; \quad \sigma_{сдв} = 1,928\sigma_p. \quad (10)$$

Сопоставление с формулами статистической теории прочности даёт очень приближённые результаты:

$$\frac{\sigma_{сдв}}{\sigma_p} = \left(\frac{m+2}{2} \right)^{1/m}, \quad (11)$$

при $m=2$, $\sigma_{сдв} / \sigma_p = 1,41$, что связано с упрощением корреляционной связи.

Таким образом, с одной стороны, изучение корреляционных зависимостей упрощает методику испытаний и снижает объем экспериментальных работ, с другой стороны, позволяет проверить пригодность расчётных зависимостей между прочностными показателями, полученными в рамках статистической теории прочности хрупких материалов и рекомендовать их для пересчёта прочности с одного вида испытаний на другой. Например, опыты на простое растяжение дают наиболее информативные данные по прочностным связям в горной породе, так как при испытаниях некоторого количества образцов реализуется наиболее широкий спектр прочностных связей. Об этом свидетельствуют величины разброса и коэффициенты вариации прочности на растяжение. Кроме этого, в каждом образце реализуется прочность наиболее слабого звена (сечения) и средняя прочность на простое растяжение представляет собой суперпозицию средних минимальных значений прочности по каждому образцу. При этом по статистической теории экстремальных значений можно пересчитать по средним из минимальных значений статистические характеристики прочностей сечений, которые не подверглись разрушению. Такая информация о фактической прочности материала может быть использована для построения статистической модели разрушения при сдвиге путём использования, например, модели пучка параллельно работающих прочностных связей (так называемой модели Даниэльса). Величины разрушения при чистом изгибе можно рассчитать на основе “модели усреднения” прочности элементарных связей, статистические параметры которых вычисляются по данным прочностных связей сечений из опытов на растяжение. Для сосредоточенного изгиба наиболее приемлемой моделью прочностной надёжности является модифицированная модель Даниэльса, в которой предполагается, что разрушение наступает при условии “отказа” подавляющего количества прочностных связей материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руппенейт К. В. Механические свойства горных пород. - М.: Углетехиздат, 1956.-324 с.
2. Weibull W. A statistical theory of the strength of materials. - Proc. Roy. Swedish Inst. Eng. Res., 1939, p.1-45.
3. Weibull W. The phenomenon of rupture in solids, - Proc. Roy. Swedish Inst. Eng. Res., 1939, p.1-59.
4. Прочность материалов при высоких температурах. - К.: Наук. Думка, 1966.-796 с.
5. Шур Д. М. Статистический критерий прочности и пластичности материалов в условиях сложного напряжённого состояния. - Проблемы прочности, 1972,- с. 15-21.
6. Справочник физических свойств горных пород. - М.: Недра,1975. - 280 с.
7. Любимов Н. И., Носенко Л. И. Справочник по физико-механическим параметрам горных пород рудных районов. - М.: Недра, 1978. - 285 с.
8. Барон Л. И. Горнотехнологическое породоведение. Предмет и методы исследований. - М.: Наука, 1977. - 324 с.
9. Кирничанский Г. Т., Усаченко Б. М. Хаит М. Д. К вопросу теории деформирования и разрушения горных пород при сжатии. - Днепропетровск, 1983-16 с. - Деп. в ВИНТИ 15.03.83.
10. Прочность материалов и элементов конструкций в экстремальных условиях.Т.1/ Под редакцией. Г. С. Писаренко. - К.: Наук. думка, 1980. - 536 с.
11. Моделирование процесса дезинтеграции породного массива на базе закономерностей случайного развития фронта его разрушения для создания высокоресурсных охранных систем горных выработок: Отчёт о НИР

(промежуточный)/ ИГТМ НАНУ.- Руководитель д.т.н. Усаченко Б.М. - ГР 0196 014865.- Днепропетровск, 2000. – 70 с.

12. Кузнецов. Г. Н. О моделировании процессов проявления горного давления и сдвижения горных пород под влиянием подземных разработок методом эквивалентных материалов // Сб. трудов по вопросам моделирования проявлений горного давления методом эквивалентных материалов. - Л.: Изд-во ВНИМИ, 1962. –Выпуск 44.-С.7-17.

УДК 622. 24: 537. 528

О.Н. Сизоненко

СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ В ИЗМЕНЕНИИ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОРИСТЫХ НАСЫЩЕННЫХ ЖИДКОСТЬЮ СРЕД ПРИ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Приведені результати експериментальних досліджень впливу робочого середовища при електричному розряді на змінення фільтраційних властивостей ядер пісковиків і карбонатів. Сформульовано основні фактори, що сприяють створенню синергетичного ефекту у зміні фільтраційних властивостей порід при електророзрядному впливі в середовищі розчинів ПАР.

SYNERGETIC EFFECT IN CHANGE FILTERING CHARACTERISTICS OF THE POROUS ENVIRONMENTS, SATED WITH LIQUID, AT ELECTRODIGIT INFLUENCE

The results of experimental researches of influence of the worker of environment are given at the electrical category on change filtering of properties kerns sanding and carbonates. The major factors are formulated which promote creation synergetic of effect in change filtering of properties of breeds at electrodigit influence in environment of PAR solutions.

1. Постановка задачи

На развитие нефтяной промышленности в последние годы влияет постепенно накапливаемое негативное изменение структуры разрабатываемых запасов нефти. В эксплуатацию вводится все большее число месторождений с низкопроницаемыми пластами, повышенной вязкостью нефти, сложным геологическим строением.

Геолого-разведочные работы свидетельствуют о том, что прирост запасов нефти в последние годы даже не компенсирует текущую добычу, а качество открытых запасов не стимулирует их быстрого ввода в разработку.

Поэтому наиболее актуальными являются проблемы максимального извлечения из пласта нефти, а особенно высоковязких нефтей и водонефтяных эмульсий, для которых характерно выпадение асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО) и отложений минеральных солей (ОМС). При этом высокие требования предъявляют к экологическому совершенствованию процессов добычи нефти, являющихся основным источником нефтяного загрязнения природы.

К наиболее перспективным методам обработки призабойных зон пластов, с точки зрения эффективности и экологической чистоты, относят технологии с использованием различных физических полей. Одним из таких методов, уже достаточно широко себя зарекомендовавшим, является электроразрядный [1, 2].