

ским научно-исследовательским институтом по безопасности работ в горной промышленности (МакНИИ) заключен договор на выполнение работ по исследованию смачиваемости угольной пыли смачивателем ПП, производимым ТОВ "Алеся", и улучшенного ПУ, определению параметров работы дозатора смачивателя ДСУ-4М и гидравлических характеристик форсунок ШОУ-5; ШОУ-7. программа работы разбита на 3 этапа:

Этап № 1. Определение смачивающей способности смачивателей ПП и ПУ в статических условиях для угольной пыли четырех угольных пластов при концентрации раствора смачивателя 0,15 %; 0,2 %; 0,25 %; 0,3 %.

Этап № 2. Определение параметров работы дозатора смачивателя ДСУ-4М (концентрации и расхода раствора смачивателя, расхода смачивателя или время работы дозатора при полной заправке) на смачивателях ПП и ПУ с различными сменными насадками.

Этап № 3. Определение гидравлических характеристик форсунок ШОУ-5 и ШОУ-7 производства Красноармейского завода средств пылеподавления.

После получения результатов работы будут разработаны рекомендации для улучшения эффективности пылеподавления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник по рудничной вентиляции. / Под ред. К.З. Ушакова. / М.: Недра, 1988 г.
2. Кирин Б.Ф., Диколенко Е.Я., Ушаков К.З. Аэрология подземных сооружений (при строительстве). – Липецк: Липецкое издательство, 2000 г. – 456 с.

УДК 622.831.3

С.И. Скипочка, А.В. Мухин, В.Ю. Куклин

ОСОБЕННОСТИ ГЕОМЕХАНИКИ УГЛЕПОРОДНОГО МАССИВА ПРИ ВЫСОКИХ НАГРУЗКАХ НА ОЧИСТНОЙ ЗАБОЙ

Наведені результати експериментальних досліджень та закономірності протікання геомеханічних процесів, що відбуваються у лавній частині вуглепородного масиву при значних швидкостях просування фронту очисних робіт.

GEOMECHANICS FEATURES OF THE COAL-ROCK MASSIVE AT HIGH LOADINGS ON CLEARING COAL-FACE

The experimental researches results and course law of geomechanical processes in lava's part of coal-rock massive at high speeds moving of clearing works fronts are given.

В современных экономических условиях бесперебойное и достаточное обеспечение народного хозяйства Украины главным энергетическим сырьем – углем возможно только путем интенсивного развития отрасли. Это объясняется, прежде всего, низким уровнем капитальных вложений в строительство новых и реконструкцию действующих шахт, а также отсутствием средств на подготовку, насыщение оборудованием и ввод в действие новых лав. Исходя из реальных возможностей отрасли, ряд передовых шахт уже увеличили нагрузку на очистной забой и обеспечили добычу угля из одной лавы в пределах 1500-2000

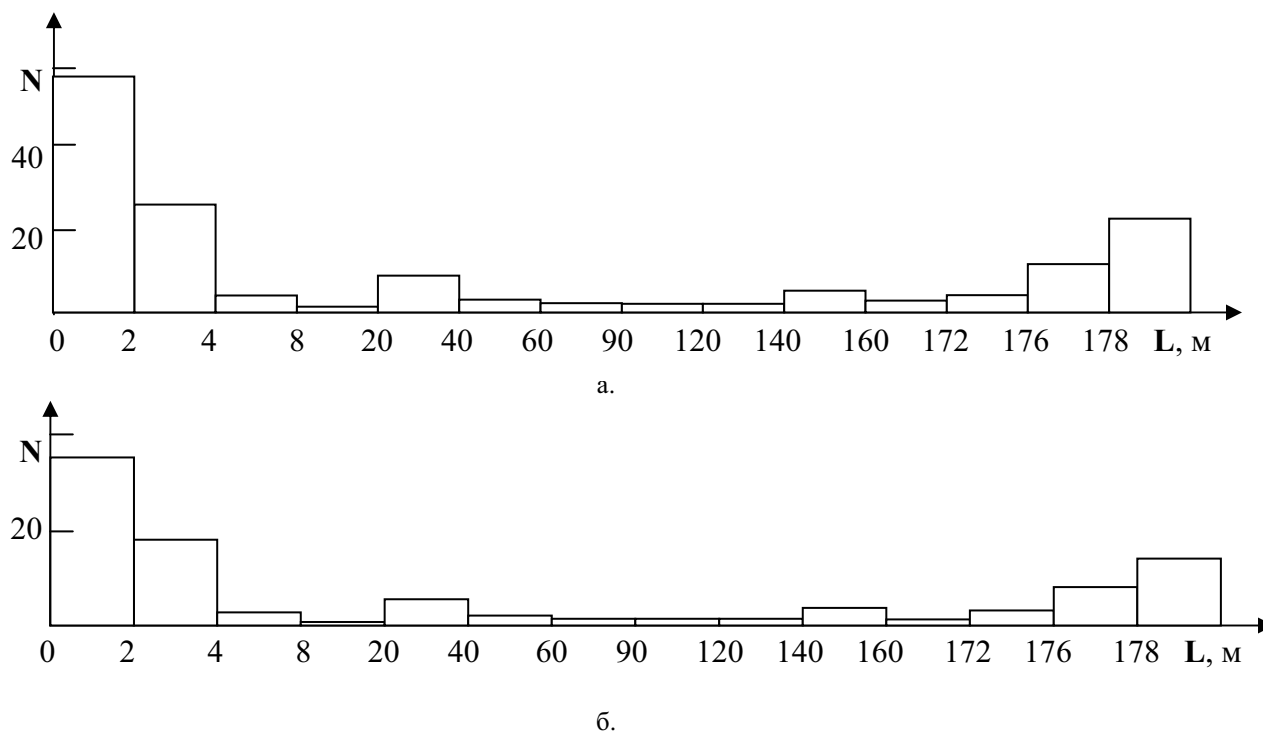
т в сутки и более. Однако интенсификация технологии добычи угля спровоцировала ряд негативных явлений в поведении геомеханической системы «углепородный массив - горные выработки - крепь и охранные конструкции». В частности, возросло пучение пород и ухудшились условия управления горным давлением в лаве, в худшую сторону изменились условия поддержания кровли на сопряжениях лава-штрек и охраны выемочных штреков, возросла частота газодинамических явлений и содержание метана в рудничной атмосфере. Имеющиеся в данной области научно-практические наработки не дают однозначного ответа, а часто и не объясняют причину происходящих явлений. Из чего следует необходимость расширения и углубления знаний о геомеханических процессах, протекающих в массиве при больших скоростях подвигания фронта очистных работ, особенно в условиях слабых неустойчивых пород, с последующим обоснованием параметров способов и средств надежного крепления и охраны горных выработок.

Зона влияния очистных работ охватывает обширную область углепородного массива. Радиус этой зоны колеблется в интервале 60-120 м, причем большая его величина относится к слабым неустойчивым породам. Под влияние очистных работ попадает обширная часть выемочного столба и прилегающих выработок, включая пластовые штреки отрабатываемого, выше- и нижележащих горизонтов. С учетом особенностей формирования напряженно-деформированных зон, условий доступа к обнажениям массива, технических возможностей инструментальных методов и т.д. в данной работе использовалась комплексная методика, включающая визуальные наблюдения и инструментальные измерения механическими и геофизическими методами, что крайне важно для обеспечения требуемой достоверности получаемой информации. Инструментальные механические методы включали измерения динамики давления в гидросистеме механизированных крепей, а геофизические – методы электрометрии и измерения импульсного электромагнитного излучения пород (ИЭМИП). Визуальные наблюдения за процессами вывалообразования в кровле и пучения почвы в лаве, а также инструментальные измерения давления в гидросистеме механизированных крепей осуществлялись по стандартным методикам, при этом периодичность контроля выбиралась исходя из скорости подвигания фронта очистных работ. Регламент геофизических исследований определялся документами, разработанными в ИГТМ НАН Украины, например [1].

Экспериментальные исследования выполнялись в 925-й, 927-й и 929-й лавах шахты им. Героев Космоса, добывавших 1200-2000 т угля в сутки, и сравнивались с результатами многолетних наблюдений, которые проводились на шахтах Западного района Донбасса специалистами ИГТМ НАН Украины и сотрудниками групп горного давления, базировавшихся на шахтах им. Героев Космоса и «Западно-Донбасская».

На рис. 1 приведены гистограммы частоты возникновения и характера распределения вывалов по длине лавы, полученные как результат усреднения данных наблюдений за поведением кровли пластов C_9 , C_{11} при его отработке лава-

ми со средней нагрузкой на очистной забой (а) и высоконагруженными лавами (б).



а – при средней нагрузке на очистной забой, б – при высокой нагрузке на очистной забой

Рис. 1 - Гистограммы частоты распределения вывалов в кровле по длине лавы

Из рисунка следует, что при увеличении нагрузки на очистной забой почти в два раза вероятность вывалообразования в кровле уменьшается примерно в 1,6 раза. Однако характер распределения вывалов по длине лавы сохраняется: максимальное количество вывалов наблюдается вблизи зоны сопряжения лава-штрек (больше со стороны откаточного штрека), а также по обеим сторонам лавы на расстоянии, равном приблизительно $(0,15-0,2)L$, где L – длина лавы. Первый пик легко объясняется наличием вблизи сопряжения лава-штрек зоны повышенной концентрации напряжений, обусловленной суперпозицией зон опорного давления, провоцируемых лавой и выемочным штреком. Второй, менее выраженный пик вывалообразований, требует проведения дополнительных исследований. Большое количество вывалов со стороны откаточного штрека объясняется технологией отработки пласта – с выносом приводов конвейера на откаточный штрек и снятием стойки штатной штрековой крепи при каждой подвижке комбайна.

Для уточнения характера распределения напряжений в угольном пласте вдоль линии очистного забоя были выполнены измерения кажущегося электрического сопротивления пласта по схеме продольного профилирования, а также импульсного электромагнитного излучения пород (ИЭМИП). В качестве примера на рис. 2а приведены характерные кривые распределения указанных параметров, полученные в 929-й лаве.

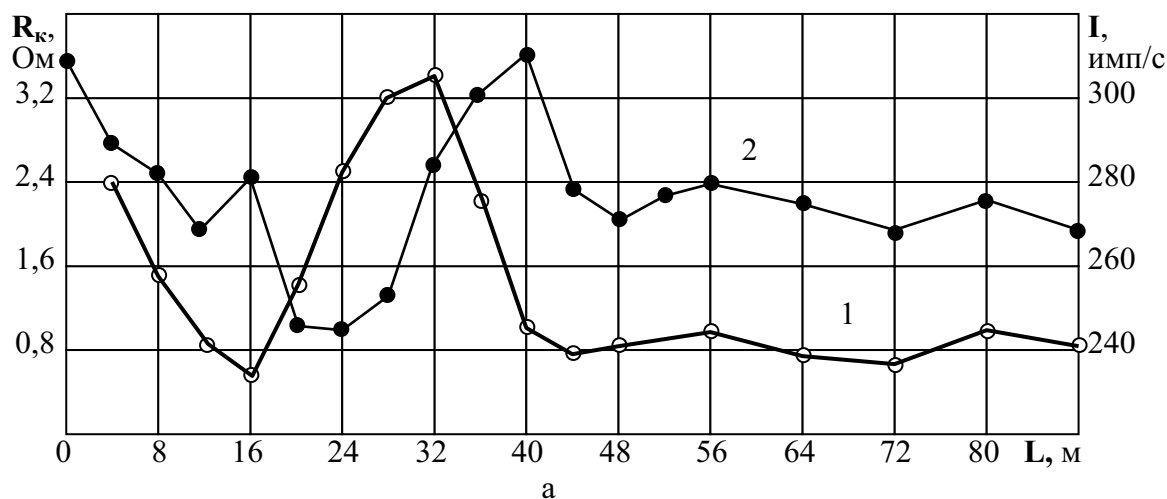


Рис. 2 - Результаты измерений (а) электросопротивления (1), ИЭМИП (2) и характер распределения зон аномальных напряжений (б) в лаве

Совместный анализ результатов контроля вывалов из кровли, а также кри-вых распределения кажущегося электросопротивления и ИЭМИП позволил вы-делить в углепородном массиве четыре характерные зоны, расположенные вдоль линии очистного забоя и симметричные относительно середины лавы (рис. 2б). Первая зона – зона повышенных напряжений, примыкающая к сопря-жению лава-штрек (краевая зона пригрузки). Вторая – зона пониженных на-пряжений (разгрузки), расположенная в интервале 20-30 м от сопряжения. Тре-тья – внутренняя зона повышенных напряжений (пригрузки), расположенная в интервале 30-45 м от сопряжения лава-штрек. Четвертая – зона стабилизации напряжений, охватывающая среднюю часть лавы (от 45 м до середины). Такое чередование зон аномальных напряжений, характеризуемых областями повы-шенной или пониженной (в сравнении со среднестатистической) трещиновато-сти, подтверждает двухэкстремумный знакопеременный характер формирова-ния напряженно-деформированных зон вблизи обнажений горного массива.

Весьма важным элементом изучения геомеханических процессов в углепо-родном массиве является оценка параметров и динамики зоны опорного давле-ния, образующейся впереди фронта лавы, в зависимости от скорости ее подви-гания. Такие исследования были выполнены методом шпурового электрозонди-

рования с использованием специальных электродов-зондов, позволяющих определить характер изменения электрического сопротивления участка углеродного массива вдоль шпура (скважины), пробуренного горизонтально в грудь забоя. Бурение шпуров и измерения выполнялись в технологический промежуток времени, связанный с профилактическими работами, т.е. при неработающем комбайне, в лавах со средней и высокой нагрузками на очистной забой. Характерные кривые распределения электросопротивления по длине шпура для обоих типов лав приведены на рис. 3, из которого следует, что проведение очистных работ формирует в массиве впереди груди забоя зону опорного давления.

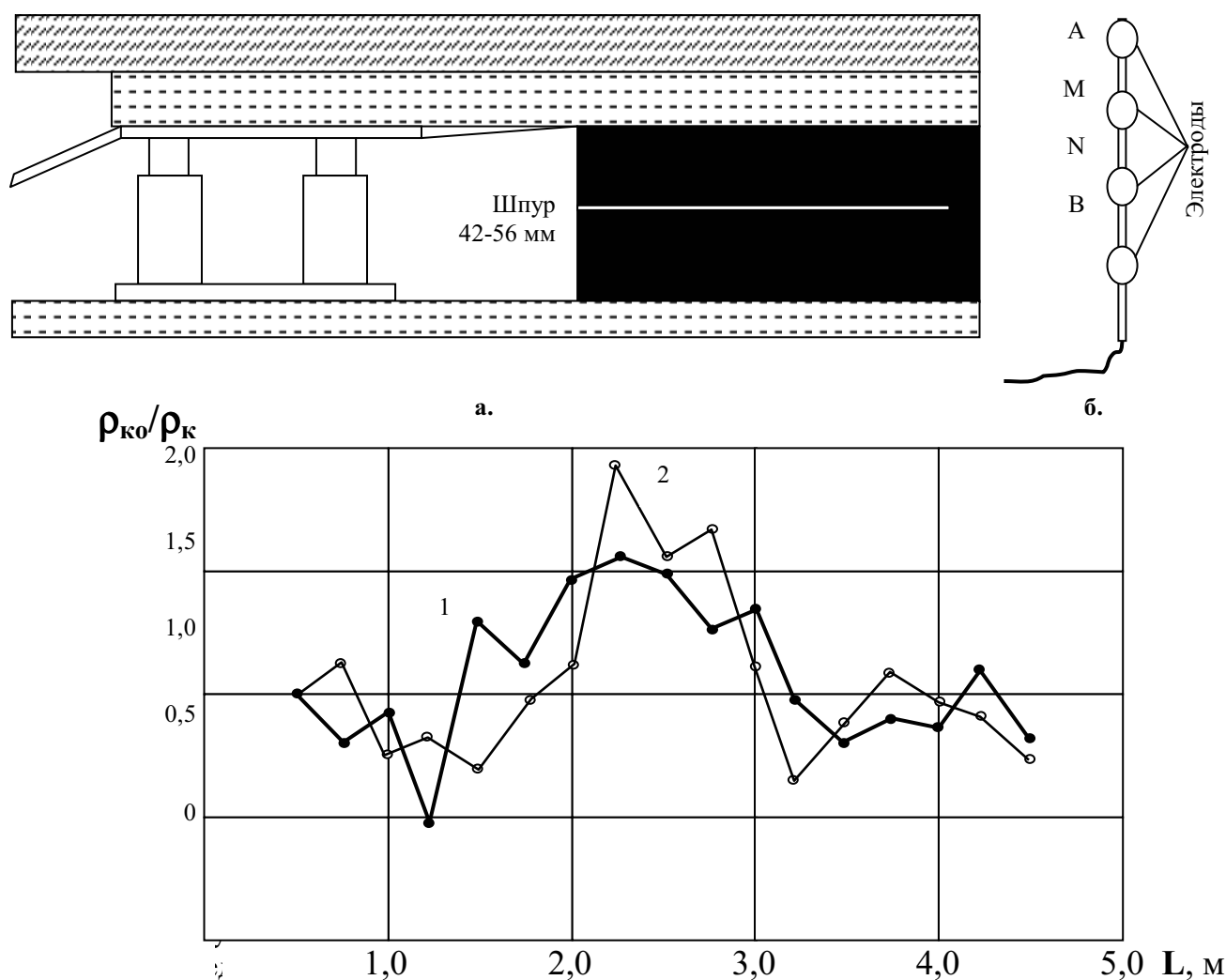


Рис. 3 - Результаты шпурового электродзондирования угольного пласта

Причем при однотипных горно-геологических условиях параметры этой зоны зависят от скорости обнажения массива: с увеличением скорости подвигания лавы абсолютная величина напряжений в зоне опорного давления возрастает, границы зоны очерчиваются четче, участок размыва становится уже. Заметного изменения положения максимума зоны опорного давления, по отношению к линии очистного забоя, установлено не было. Это связано, по-видимому, с достаточно большим временным интервалом между выемкой очередной стружки

угля и проведением измерений, не сопоставимым с процессами релаксации напряжений в массиве.

Более точная информация о динамике формирования зон повышенных давлений в массиве в зависимости от интенсивности добычных работ была получена путем контроля давления в гидросистемах механизированных крепей. Использовались две схемы наблюдений. Первая схема контроля предполагала измерение давления в гидросистемах пяти секций механизированных крепей, расположенных по одной, соответственно, в центре лавы, на расстоянии 20 и 40 м от сопряжений лава-штрек. На этих секциях из схемы питания были исключены предохранительные клапаны, а вместо них подключены самопишущие манометры с фиксированным времени развертки, которое, впоследствии, привязывали к местоположению рабочего органа комбайна. Измерения выполняли в процессе выемки одной стружки угля. Вторая схема предполагала оборудование самопишущими манометрами 2-3-х смежных секций механизированной крепи, расположенных в средней части лавы. Время развертки самописца, в этом случае, привязывали к скорости подвигания фронта очистных работ. Таким образом, первая схема измерений обеспечивала получение информации о закономерностях изменения давления в гидросистемах секций механизированной крепи в зависимости от положения рабочего органа очистного комбайна, а вторая – в зависимости от скорости подвигания фронта очистных работ. Типичные результаты исследований приведены на рис. 4.

Анализируя установленные закономерности можно сделать следующие выводы.

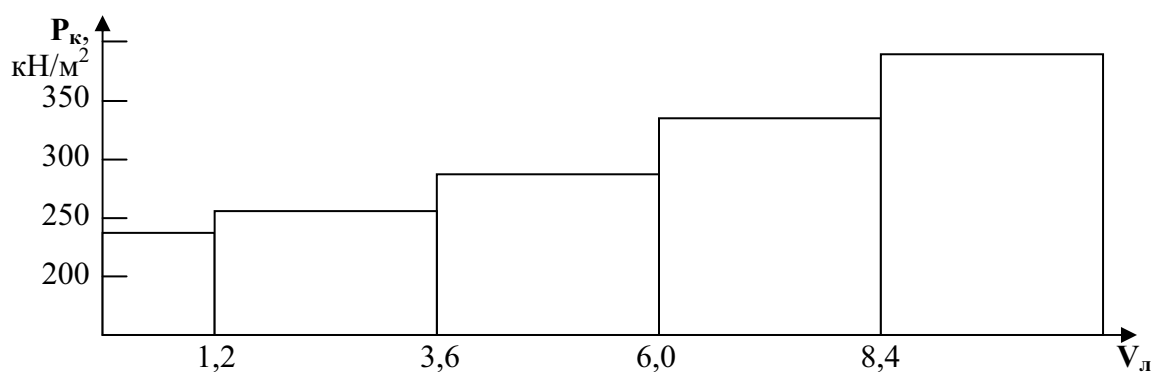
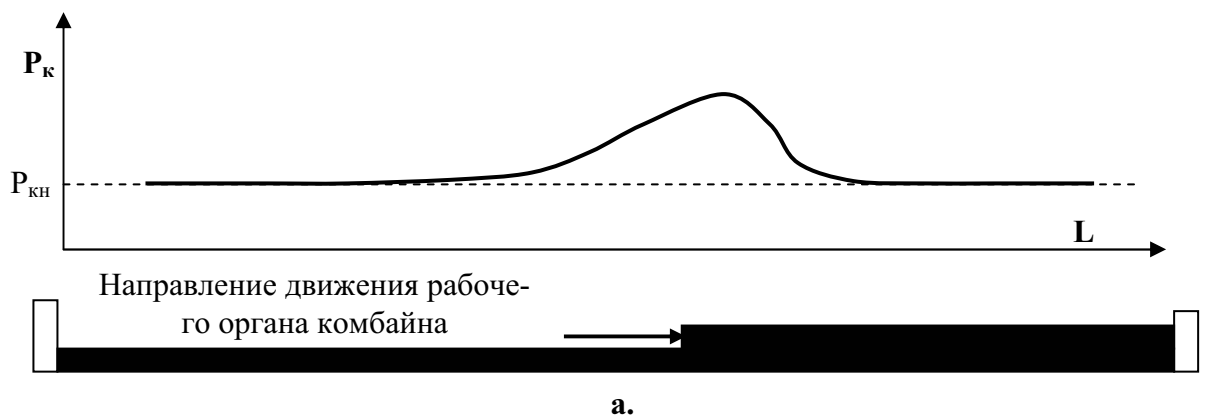
При увеличении нагрузки на очистной забой, например в два раза, вероятность вывалообразования в кровле уменьшается примерно на 40%. Параллельно с ростом скорости подвигания очистного забоя увеличиваются значение максимума эпюры опорного давления и давление на лавную крепь, активизируются процессы пучения пород в лаве на участке от механизированной крепи до линии очистного забоя.

Параллельно линии очистного забоя в кровле пласта формируется изменяющаяся во времени область аномальных напряжений, местоположение которой определяется положением рабочего органа комбайна, а величина приращения давления – скоростью перемещения рабочего органа. Причем максимально возможным скоростям движения рабочего органа комбайна соответствуют приращения давления на 18-23%.

Увеличение нагрузки на очистной забой и, соответственно, скорости перемещения фронта очистных работ, в изученном диапазоне вариаций (от 0 до 10,8 м/сутки), вызывает возрастание давления в гидросистеме механизированной крепи на 30-40%.

Вдоль линии очистного забоя формируются четыре зоны, симметричные относительно середины лавы и представляющие собой чередование областей повышенных и пониженных напряжений. Первая из зон повышенных напряжений примыкает к сопряжению лава-штрек, а вторая – расположена на расстоянии 0,2-0,25L от него, что подтверждает двухэкстремумный знакопеременный

характер формирования напряженно-деформированных зон вблизи обнажений горного массива.



- а – обобщенный характер приращения давления в гидросистеме крепи в зависимости от положения рабочего органа комбайна (при максимальной скорости);
б – гистограммы распределения давления в зависимости от скорости подвигания лавы

Рис. 4 - Результаты исследований давления в гидросистемах лавной крепи

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по геофизической диагностике состояния системы "крепь-породный массив" вертикальных стволов. Дополнение к РД 12.18.073-88 / А.Ф.Булат, Б.М. Усаченко, А.А. Яланский и др. - Донецк: Лебедь, 1999.- 44 с.