

изменения состояния угольного вещества по всему ряду метаморфизма, полагая, что определяющим фактором при исследованиях методом ЭПР является изменение концентрации ПМЦ угольного вещества, под влиянием внешних воздействий геодинамических, магнитных и тепловых полей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Еремин И.В., Лебедев В.В., Цикарев Д.А. Петрография и физические свойства углей.– М.: Недра, 1980.– 263с.
2. Давыдов А.С. Квантовая механика.– М.: Наука, 1963.– 325с.
3. Хуанг К. Статистическая механика.– М.: Мир, 1965.– 285с.
4. Саранчук В.И., Айруни А.Т., Ковалев К.Е. Надмолекулярная организация, структура и свойства угля.– Киев: Наукова думка.– 1988.– 192с.
5. Уайт Р. Квантовая теория магнетизма.– М.: Мир.– 1985.–293с.
6. Альшутлер С.А., Козырев Б.М. Электронный парамагнитный резонанс.– М.: Физматгиз, 1961.– 239с.

УДК 622.831

Н.С. Кузьменко

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ КРЕПЛЕНИЯ НА ВЫВАЛООБРАЗОВАНИЕ ПОРОД**

Приведені результати досліджень залежностей геомеханічних параметрів від технологічних в очисних вибоях з індивідуальним кріпленням, вказані заходи запобігання обрушень порід покрівлі.

### **INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF SUPPORT PARAMETERS ON ROCK INRUSHES**

The paper contains results of investigating dependences between geomechanical and technological parameters at stopes with individual support, and means of preventing support rock inrushes.

Одной из основных задач при разработке угольных месторождений является предотвращение обрушений и обвалов пород кровли, удельный вес травматизма от которых составляет 79,4% [1]. Для лав, оборудованных индивидуальной крепью характерным является наличие значительной непокрытой обнаженной кровли в бесстоечном призабойном пространстве как до прохода комбайна (над конвейером), так и на участке изгиба конвейера (>30,0 м<sup>2</sup>). В этих местах происходит наибольшее количество обрушений и имеет место значительный травматизм. В целом травматизм от обрушений горных пород в лавах с индивидуальной крепью в 12 раз выше, чем с механизированной [1]. Проявление вывалообразований, как правило, происходит в местах интенсивной нарушенности кровли в самых разнообразных формах [2]. На проявление трещинообразования значительное влияние оказывают технологические параметры применяемых схем крепления и управления кровлей, которые позволяют обеспечить ту или иную степень перекрытия кровли в бесстоечном призабойном пространстве и предотвратить вывалообразование.

Вопрос исследования закономерностей проявления вывалов и обрушений пород кровли в очистных забоях продолжает оставаться актуальным и требует

дальнейшего изучения. Анализ последних исследований и публикаций [2,3,4] подтверждает необходимость углубленного изучения геомеханических процессов в лавах как в теоретическом, так и в практическом аспектах с целью предотвращения травматизма и повышения экономической эффективности работы очистных забоев.

До настоящего времени подход к проявлению горного давления с позиций разрушения массива пород самый разнообразный и особенности проявления вывалообразований в зависимости от влияния целого ряда факторов нуждаются в уточнении, прежде всего с целью разработки мероприятий по предотвращению вывалов и обрушений для снижения травматизма.

Ряд исследователей [4] выделяют в качестве основного фактора, инициирующего обрушение, расслоение пород под действием деформации растяжения обратной ползучести, которые развиваясь во времени, как бы отрывают песчаные слои друг от друга.

Другие [3] исследователи, к коим относит себя и автор статьи, отмечает важнейшую роль при вывалообразованиях естественной и эксплуатационной трещиноватости пород, которая зависит от состава, строения и генетических особенностей слоев. Трещиноватость определяет характер и величину перемещения кровли и, в конечном итоге, обрушение (вывал), которое обусловлено запредельными деформациями пород в зоне опорного горного давления. Сведения о взаимозависимости геомеханических параметров нарушенности кровли от технологических в литературе отсутствуют, следовательно, установление тесноты связи между этими параметрами является нерешенной ранее и актуальной проблемой управления горным давлением и создания безопасных условий труда в угольных шахтах.

С целью исследования взаимозависимости геомеханических и технологических параметров при технологических схемах управления кровлей индивидуальной крепью на ряде шахт ГХК «Октябрьуголь» собран обширный материал по проявлению трещиноватости и нарушенности кровли в лавах и обработан при помощи программы «STATISTICA».\* Лавы сгруппированы в классы с одинаковой степенью устойчивости кровли в соответствии с 12 типами строения кровли угольных пластов Донбасса [2].

Перечень лав шахт ГХК «Октябрьуголь», на которых осуществлены наблюдения и замеры технологических параметров крепления и геомеханических представлены в таблице 1.

Структура данных наблюдений задается в виде матрицы, представляющей собой по горизонтали набор 23 векторов фиксированной длины (21 отсчет по вертикали). Отсчеты представляют собой выборки измерений, проведенные по длине лавы. Смысловое содержание векторов имеет следующую расшифровку:

Таблица 1. - Лавы, в которых проведены исследования

№ п/п	Наименование шахты	Лава	Символ пласта	Тип строения пород кровли
1	Кировская	Западная	K <sub>2</sub>	3
2	Зуевская	10 западная	K <sub>2</sub>	
3	Донецкая	6 западная	ℓ <sub>6</sub>	
4	им.60-л. ВОСР	10 восточная	m <sub>3</sub>	5
5	Кировская	6 восточная бис	K <sub>7</sub>	9
6	Кировская	6 восточная верхняя	K <sub>7</sub>	
7	Рассвет	9 восточная	ℓ <sub>6</sub>	
8	Рассвет	12 западная	m <sub>3</sub>	
9	Рассвет	8- бис восточная	ℓ <sub>3</sub>	12
10	Житомирская	№ 13 и №12	m <sub>3</sub>	
11	Житомирская	5 западная	m <sub>3</sub>	

\* Математическая обработка проводилась при участии к.ф.- м.н. Метлова Л.С.

(1) PAR0 - цифры натурального ряда от 1 до 21, имеющие вспомогательное назначение;

(2) PAR1 - номера рядов стоек, на которых осуществлялся комплекс измерений;

(3) PAR2 - расстояние от конца верхняка до забоя, см;

(4) PAR3 - расстояние от первого контакта верхняка с кровлей до забоя, см;

(5) PAR4 - расстояние от конвейера до забоя, см;

(6) PAR5 - расстояние от конвейера до 1-го ряда стоек, см;

(7) PAR6 - количество трещин между 1-ым рядом стоек и забоем, шт;

(8) PAR7 - наклон трещин (вариант);

(9) PAR8 - расстояние между трещинами, см;

(10) PAR9 - глубина видимого отжима, см;

(11) PAR10 - расстояние от забоя до первого уступа, см;

(12) PAR11 - высота 1-го уступа, см;

(13) PAR12 - расстояние от забоя до 2-го уступа, см;

(14) PAR13 - высота 2-го уступа, см;

(15) PAR14 - высота 1-го вывала, см;

(16) PAR15 - ширина 1-го вывала, см;

(17) PAR16 - расстояние от 1-го вывала до забоя, см;

(18) PAR17 - высота 2-го вывала, см;

(19) PAR18 - ширина 2-го вывала, см;

(20) PAR19 - расстояние от 2-го вывала до забоя, см;

(21) PAR20 - количество трещин между 1-ым рядом стоек и линией обрушения, шт;

(22) PAR21 - расстояние от заднего конца верхняка до обрушения, см;

(23) PAR22 - мощность ложной кровли, см.

Чисто технологические параметры (PAR2-PAR5) описывают текущее состояние принятого способа крепления горной выработки. Геомеханические параметры (PAR6-PAR21), описывающие проявление горного давления, делятся на две категории - регулярные (PAR6-PAR13), характерные для нормального протекания процесса посадки кровли, и аномальные (PAR14-PAR21), описывающие катастрофическое проявление горного давления в форме вывалов. Выбор тех или иных паспортных значений технологических параметров и их реальных отклонения от требуемых по паспорту значений могут отразиться в характере проявления горного давления. Таким образом, между геомеханическими и технологическими параметрами схем креплений следует ожидать появления некоторой корреляционной связи, выявление которой и является задачей настоящей статистической обработки.

Поскольку данные были получены в результате сбора их сотрудниками шахтных служб, то имеется вероятность их неточности. Поэтому в структуре данных была предусмотрена информационная избыточность, которая позволяет оценить ее доброкачественность. В частности вектора PAR6 и PAR8 должны находиться в обратно пропорциональной зависимости. Если бы данные брались абсолютно с «потолка», то это сразу же было видно на совместных графиках этих величин (рис. 1 и 2). На рис. 1 представлена развертка векторов PAR6 и PAR8 по длине лавы для объекта N1. Из него видно, что максимальным значениям PAR6 соответствуют минимальные значения PAR8 и наоборот.

Более наглядно указанную выше закономерность можно проследить на трехмерном графике (рис. 2). Из графика видно как возвышения параметра PAR8 трассируются в углубления параметра PAR6. Взаимная зависимость этих параметров друг от друга, как уже указывалось выше, должна быть обратной (рис. 3). Из рисунка видно, что большая часть данных этому требованию удовлетворяют и только в хвосте распределения два значения являются грубо ошибочными. Для определения вероятностного характера распределения параметров по их значениям следует построить соответствующие программы и аппроксимировать их тем или иным известным законом распределения. Пример гистограммы для количества трещин PAR6 по объекту N1 и аппроксимация его нормальным законом распределения приведен на рисунке 4. Чисто визуальное соответствие реального и теоретического распределений получается вполне удовлетворительным. Статистическая система программной обработки позволяет оценить степень отклонения реального и теоретического распределений численно (рис. 5). Из приведенного рисунка видно, что экспериментальные данные хорошо укладываются на прямую, описывающую нормальный закон распределения.

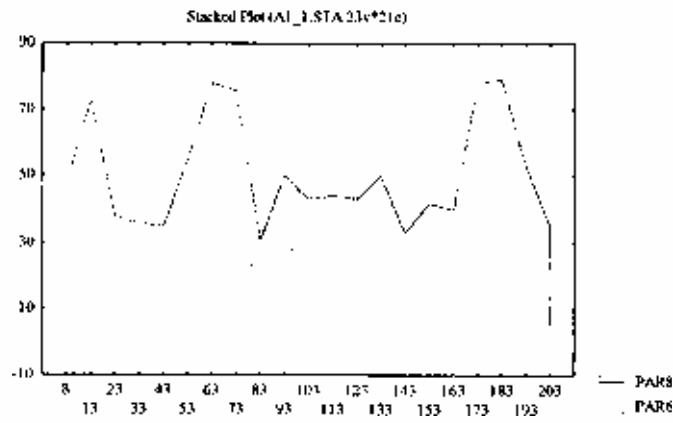


Рис. 1 - Развертка параметров PAR6 и PAR8 по длине лавы для объекта № 1 (по оси абсцисс отложены номера рядов стоек)

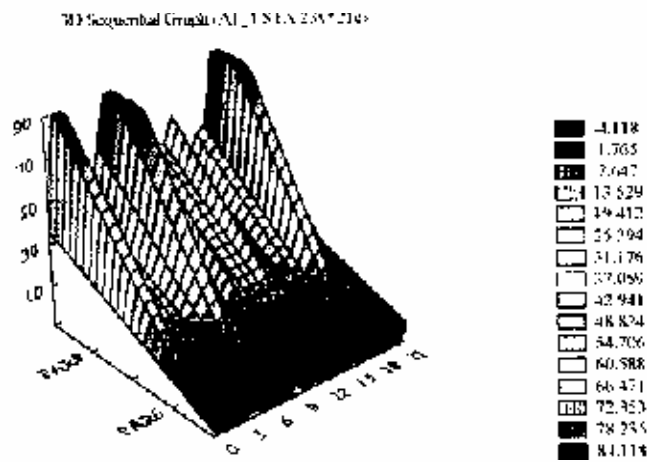


Рис. 2 - Трассирование распределения PAR6 и PAR8 по длине лавы

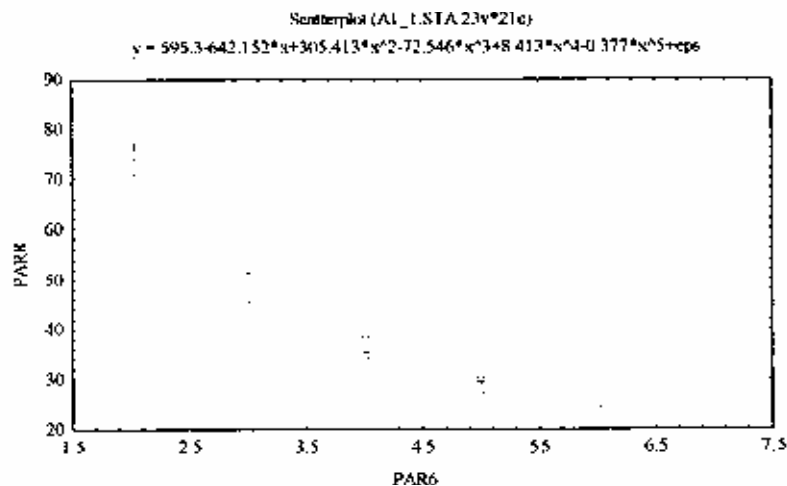


Рис. 3 - Степенная интерполяция зависимости расстояния между трещинами от количества трещин между первым рядом стоек и забоем

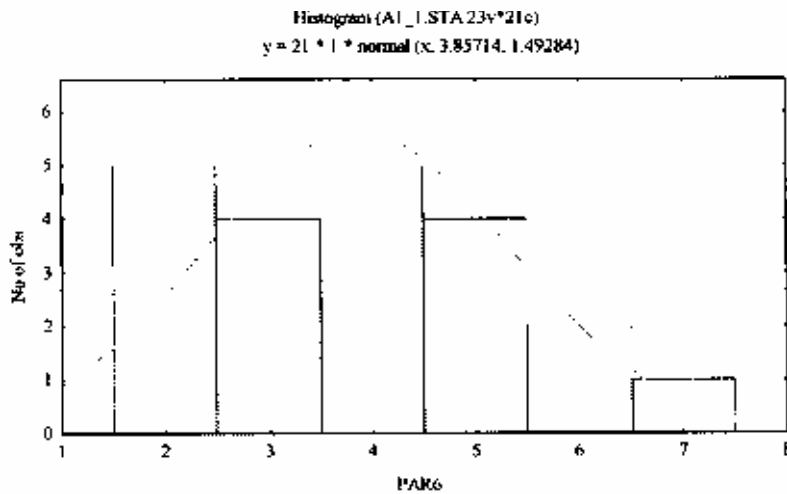


Рис. 4 - Гистограмма распределения количества трещин и интерполяция его нормальным законом

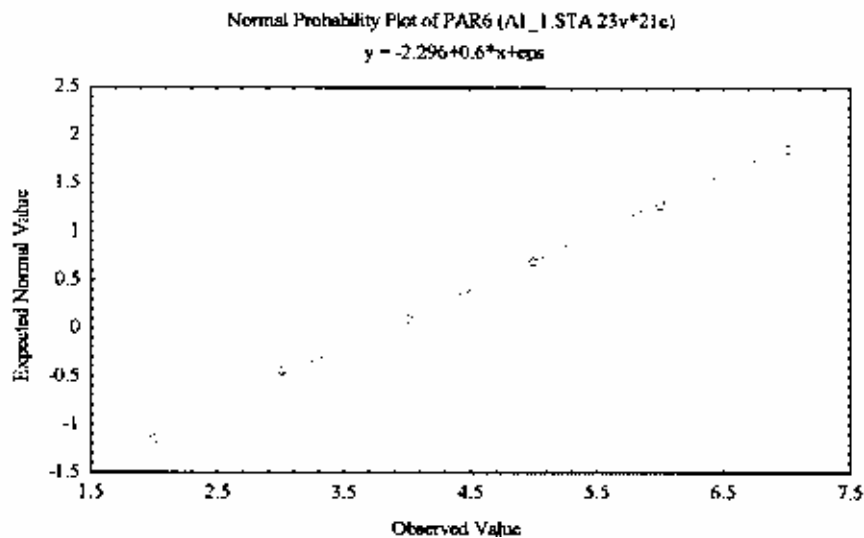


Рис. 5 - Отклонение распределения количества трещин от нормального закона

Для сравнения на рисунке 6 приведен аналогичный график для расстояния между трещинами, из которого видно, что данный параметр имеет регулярные достаточно заметные отклонения от нормального закона. В какой-то степени это очевидно связано с обратной зависимостью между сравниваемыми параметрами, в результате чего, если один из них удовлетворяет нормальному закону, то второй будет от него отклоняться. Развертка ряда технологических параметров для объекта № 1 приведена на рисунке 7. Как видно из рисунка параметры технологической схемы крепления в среднем выдержаны по длине лавы, однако в средней части лавы, приблизительно в области 83-103 рядов стоек наблюдается существенное отклонение от среднего распределения большей части параметров в сторону их увеличения. И именно в этих точках наблюдается аномально большое количество зарегистрированных трещин.

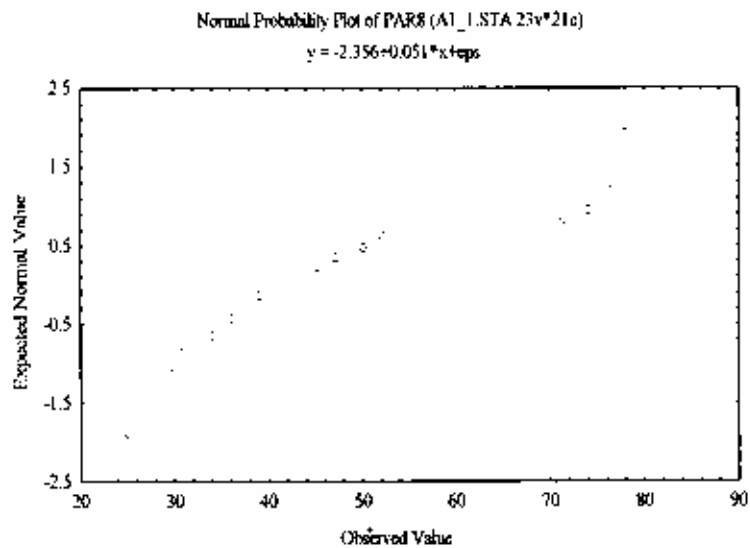


Рис. 6 - Отклонение распределения расстояния между трещинами от нормального закона

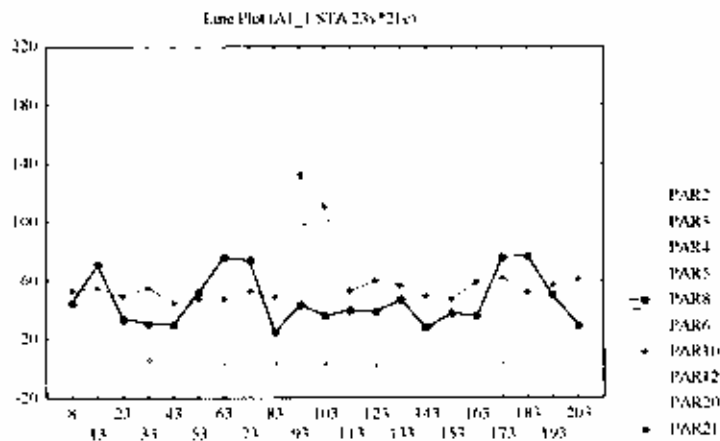


Рис. 7 - Развертка параметров технологических схем по длине лавы для объекта N1

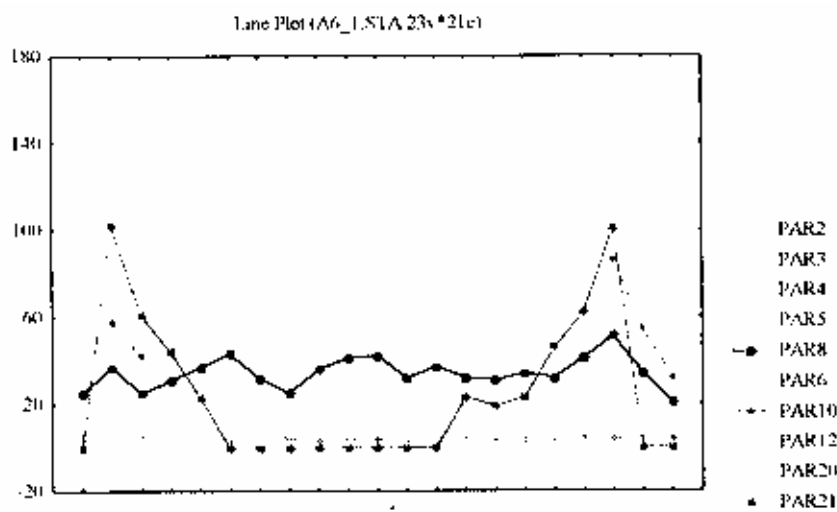


Рис. 8 - PAR6 и PAR8 Развертка параметров технологических схем по длине лавы для объекта N4





Коэффициенты корреляционной связи между основными параметрами крепления и трещиноватостью приведены в таблице 2.

Таблица 2. - Значения коэффициента корреляции

№ объекта	Значение коэффициента при взаимозависимости между параметрами PAR								
	6 (2)	6(3)	6(4,5)	8(3)	8(5,6)	10(4-6)	12(4-6)	11(4-6)	21(4-6)
1	0,58	0,53	0,61	0,36	0,41	-	0,5	1	-
2	0,37	0,43	0,17	0,76	-	-	0,472	0,43	-
3	0,57	0,56	0,46	0,47	0,94	-	-	-	-
4	0,58	0,57	0,53	0,01	0,21	0,46	-	-	-
5	0,58	0,57	0,67	0,01	0,23	0,42	-	-	-
6	0,21	0,11	0,29	0,10	0,42	-	0,32	0,99	0,43
7	-	0,26	0,56	0,12	0,19	-	-	-	-
8	0,24	0,11	0,19	0,05	0,31	0,33	-	-	-
9	-	-	-	0,50	0,15	-	0,52	0,52	0,32
10	0,13	0,03	0,43	-	-	-	-	-	-
11	0,15	0,20	0,43	-	-	-	0,99	0,87	-

В таблице использованы сокращенные обозначения  $i(1, m, n)$ , где  $i=PAR_i$ , соответствует зависимой переменной корреляционной зависимости, соответственно. Низкие коэффициенты корреляционной связи свидетельствуют либо о слабой взаимообусловленности коррелируемых параметров, либо, что, скорее всего, о высокой погрешности измерений. С учетом трудностей измерений в шахтных условиях можно допустить к анализу материал со значениями коэффициента корреляции выше 0,55. Такому значению коэффициента корреляции соответствуют лишь данные по первым пяти объектам №№ 1-5 (все объекты, относящиеся к 3-му типу строения кровли и по одному объекту - к 5-му и 9-му типам). При этом наиболее высокая корреляция обнаруживается между такими параметрами технологических схем как расстояние от конца верхняка до забоя (PAR2), расстояние от первого контакта верхняка с кровлей до забоя (PAR3), расстояние от конвейера до забоя и расстояние отконвейера до первого ряда стоек (PAR4, PAR5) и геомеханическим параметром - количество трещин между первым рядом стоек и забоем (PAR6). Такая корреляция имеет место для объектов №№ 1, 3-5. Для объекта № 2 высокая корреляция наблюдается между расстоянием от первого контакта верхняка с кровлей до забоя и расстоянием между трещинами.

Таким образом, исследованиями установлено, что расстояние от конца верхняка до угольного забоя и расстояние от первого контакта верхняка до забоя (так как на практике около 30 % длины верхняка - консольная часть - не контактирует с кровлей, т.е. является не несущей, без нагрузки) весьма существенно влияет на интенсивность трещиноватости, а следовательно и повышенное вывалообразование между первым рядом призабойных стоек и забоем, т.е. в бесстоечном призабойном пространстве. На нарушенность кровли (трещиноватость) и вывалообразование значительно влияет расстояние между забоем и первым рядом призабойных стоек.

Отсюда следует, что кровля в бесстоечном призабойном пространстве над конвейером до прохода комбайна и на участке изгиба конвейера с целью предотвращения вывалообразований должна перекрываться максимально без захода рабочего за конвейер. Неперекрытая часть кровли у забоя не должна превышать 0,3 м. Это возможно при помощи металлических выдвжных верхняков ВВ30, а также при применении анкерных крепей и полимерных смол.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левкин Н.Б. предотвращение аварий и травматизма в угольных шахтах Украины. - Донецк: Донбасс, 2002. - 392 с.
2. Аносов О.С., Кузьменко Н.С., Кудравец Г.В., Шаповал Н.А., Ф.Н.Воскобоев. Управление горным давлением при разработке угольных пластов: Учебник пособие - Донецк: Донбасс, 1990. - 304 с.
3. Розробити методику кількісної оцінки вивалу гірських порід, утвореного у гірничих виробках і проведення заходів для його запобігання: Звіт про НДР В 110201000 ДонНТУ/ Керівник Ю.Ф.Булгаков. - Донецьк - Донбас, 2002. - 74 с.
4. Николин В.И., Мордасов В.И., Подкопаев С.В. Закономерности развития деформаций генетического возврата - научная основа снижения травматизма/ Под общ. Ред. Николина В.И. - Донецк, - РИА ДонДТУ, - 2001. - 318 с.
5. Овчаренко Б.П. Механизм трещинообразования в кровле угольных пластов. - Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1983. - 172 с.

УДК 622.285-119: 62-231.1

С.С. Гребенкин, Г.Г. Махов, В.Г. Махов,  
Н.Н. Шлюпкин

### **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КРЕПЕЙ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К УСЛОВИЯМ ШАХТ, РАЗРАБАТЫВАЮЩИХ НАКЛОННЫЕ И КРУТОНАКЛОННЫЕ ПЛАСТЫ.**

Викладено результати досліджень та проектно-конструкторських робіт по вдосконаленню гідро-кінематичних систем механізованих кріплень для їх адаптації до складних гірничо-геологічних умов відробки похилих і крутопохилих вугільних пластів.

### **THE BASIC DIRECTIONS OF PERFECTION MECHANIZED TIMBERS WITH REFERENCE TO CONDITIONS OF SHAFTS DEVELOPING INCLINED AND ABRUPTLY INCLINED LAYERS.**

Results of researches and construction work on perfection of hydro-kinematics systems powered support for their adaptation to complex mountain-geological conditions of working off inclined and inclination coal layers are stated.

Анализ результатов применения комплексов с механизированными крепями типа: М-87ДН, КГД, КГУ в Донбассе показывает, что в благоприятных горно-геологических условиях они обеспечивали достаточно высокие технико-экономические показатели [1, 2]. Однако, на большинстве эксплуатационных участков (80%) в сложных условиях отработки пластов их применение оказалось малоэффективным. Поэтому без дальнейшего совершенствования указанных крепей область эффективного их применения остается весьма ограничен-