

2. Підтверджено два механізми деформації тіла намотування – окружний і локальний, які обумовлені значенням критерію κ .

3. Підтверджено вірогідність результатів теоретичних досліджень про модель гумометалевого шарніра при розрахунку жорсткості тіла намотки ГТК.

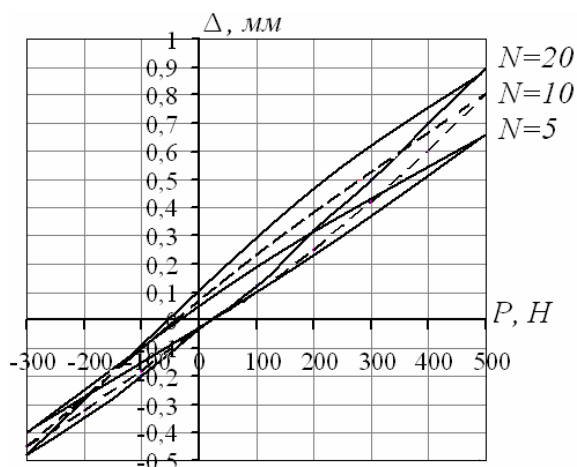


Рис. 3 – Залежність переміщень канату від загрузки

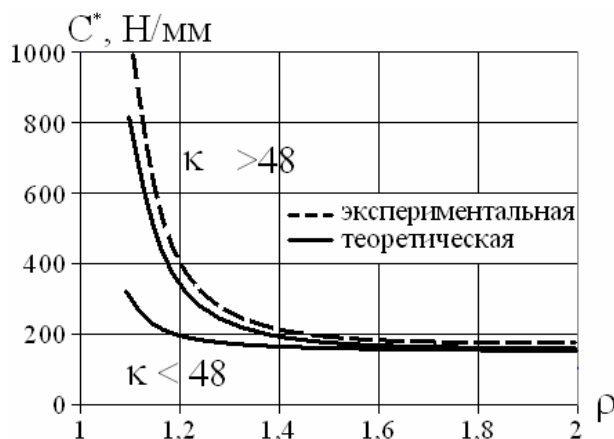


Рис. 4 – Залежність жорсткості намотки каната від приведенного радіуса намотки

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Колосов Л.В. Научные основы разработки и применения резиноросовых канатов подъемных установок глубоких рудников: автореф. дис. на соискание научн. степени д-ра техн. наук: спец. 05.05.06. «Горные машины» / Колосов Леонид Викторович; Нац. горн. ун-т. – Д., 1987. – 20 с.: ил., тбл. – Библиогр.: с. 17–18.

2. Полушина М.В. Исследование и обоснование рациональных параметров бобинной подъемной машины с ведущими шкивами трения и резиноросовым тяговым органом: автореф. дис. на соискание научн. степени канд. техн. наук: спец. 05.05.06. «Горные машины» / Полушина Марина Витальевна; Нац. горн. ун-т. – Д., 1990. – 20 с.: ил., тбл. – Библиогр.: с. 17–18.

3. Панченко Е.В. Результаты исследования напряженно-деформированного состояния многослойной намотки резиноросового каната в бобинном подъеме / Панченко Е.В. // Геотехн. механика: Межвед. сб. науч. тр. ИГТМ НАН Украины. – 2006. – Вып. 64. – С. 221 – 230.

УДК 622.74: 621.928.235

В.П. Надутый, д.т.н.,
В.В. Сухарев, к.т.н.,
В.П. Левченко, асп.
(ИГТМ НАН Украины)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ И ВАРЬИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ГРОХОЧЕНИЯ НА ВЕРТИКАЛЬНОМ ВИБРАЦИОННОМ ГРОХОТЕ

Визначено цільові функції у виді технологічних показників роботи грохоту, а також змінні параметри, що впливають на процес просівання. Методом планування експерименту визначена мінімально необхідна повторюваність досвідів, при яких експерименти є відтворними

DEFINITION OF CRITERION FUNCTIONS AND VARIED PARAMETRES OF SCREENING PROCESS ON A VERTICAL VIBRATING SCREEN

Criterion functions in the form of technological indicators of work of a screen, and varied parameters which make essential impact on screening are defined. The method of planning of experiment defines the minimum necessary repeatability of experiences at which experiments are reproduced

В горной промышленности вибрационное грохочение минерального сырья имеет очень широкое распространение в различных отраслях промышленности, таких как горная, строительная, металлургическая, химическая, а также при переработке техногенного сырья. На всех этих предприятиях эксплуатируется более тысячи различных типоразмеров вибрационных грохотов, различных по конструкциям и режимам работы. При этом, как правило, отсутствует универсальность по области применения для грохотов для тонкой классификации. Применение виброгрохотов с возможностью варьирования режимными и конструктивными параметрами в больших диапазонах позволит расширить область их использования, а также повысить технологические показатели.

Кроме этого следует учесть, что дальнейшее совершенствование конструкций грохотов является очень актуальной задачей, особенно для классификации горной массы тонкой и особо тонкой крупности. Это связано, во-первых, с повышающимися требованиями к качеству производимого сырья и промежуточных продуктов, во-вторых, с увеличением переработки низкосортного сырья крайне необходима более совершенная техника для его переработки и обогащения.

С этой целью в Институте геотехнической механики НАН Украины проводились экспериментальные исследования в области тонкого грохочения [1-3]. В результате которых, с участием авторов, был разработан вертикальный вибрационный грохот [4], представленный на рис.1, который позволяет повысить эффективность грохочения, за счет применения специального полигармонического режима работы просеивающей поверхности, а также его конструктивных особенностей, при которых достигается пространственно стохастическое вращение частиц материала при движении на рабочей поверхности.

Вертикальный вибрационный грохот (ВВГ) установлен на опоре 1, содержит через упругие элементы 2 колонну 3, в которой сбоку закреплены вибро-возбудители 4 и наклонная нисходящая спираль 5 с просеивающей поверхностью 6 в виде рам РЛСС, каждая секция (или несколько из них) которых может быть снабжена одинаковой просеивающей поверхностью. Угол наклона рам можно изменять в участках пересыпки 7 в сторону транспортирования материала. Спираль 5 снабжена дном 8 и шибберной задвижкой 9, в нижней части поперечного сечения для разгрузки подрешетного продукта. Колонна 3 снабжена приемным бункером 10 и разгрузочной точкой подрешетного 11 и надрешетного 12 продуктов. Грохот герметично закрывается наружным металлическим кожухом 13.

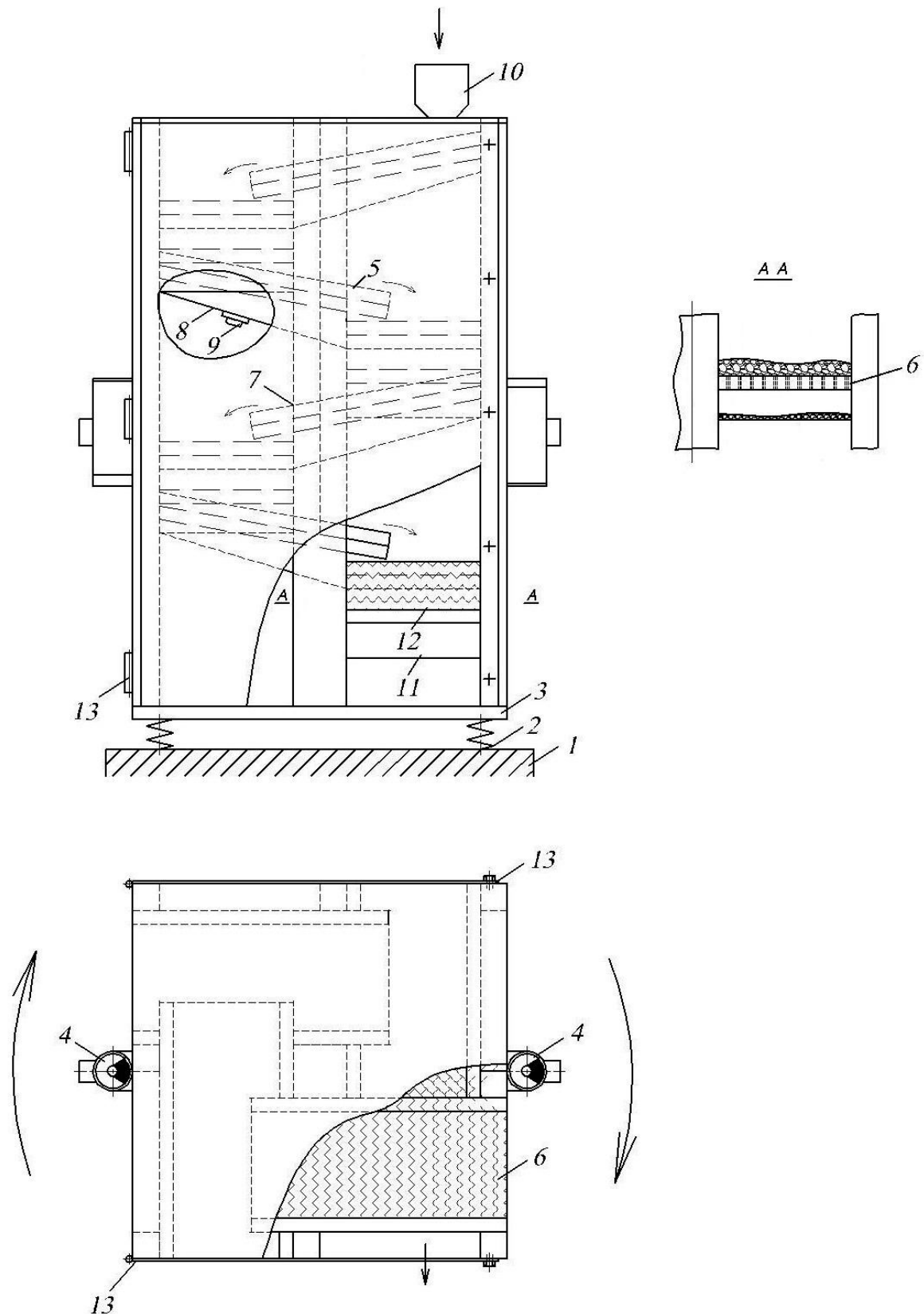


Рис. 1– Конструктивная схема ВВГ

Принцип работы грохота заключается в следующем: при работе вибровозбудителей 4, возмущающее усилие которых можно регулировать по величине и направлению, колонна 3 совершает винтовые колебания и материал, загруженный в приемный бункер 10, перемещается вниз по просеивающей поверхности

до разгрузочной точки 12. По пути материал разделяется на несколько фракций и каждая из них может разгружаться через соответствующие шиберные задвижки 9. При необходимости можно увеличить или уменьшить количество разделяемых фракций уменьшив или увеличив количество рам РЛСС.

Существенное отличие ВВГ от распространенных в промышленности плоских горизонтальных грохотов с круговыми либо направленными колебаниями рабочего органа заключается в наличии вращающих моментов и центробежных сил, которые возникают при работе вибровозбудителей и движении материала сверху вниз. Соответственно, появляется необходимость в экспериментальных исследованиях данной конструкции, в которой зависимости технологических показателей грохочения могут отличаться от аналогичных на плоских грохотах, за счет существенно иного вибровозмущения. Кроме того при массе разработанной конструкции в 530кг мощность привода составляет всего лишь 0,74кВт, что на порядок меньше, чем у аналогичных по колеблющейся массе машин для классификации минерального сырья.

Целью работы является определение варьируемых параметров, изменение которых существенно влияет на показатели работы машины, целевой функции, и планирование проведения экспериментальных исследований вертикального вибрационного грохота.

При проведении экспериментальных исследований необходимо задаться переменными факторными признаками, которые влияют на процесс грохочения горной массы. В качестве регулируемых параметров приняты следующие:

- конструктивные параметры грохота: 1) длина просеивающей поверхности (карты РЛСС с размерами 0,5x0,8м.) L , м; 2) удельная подаваемая нагрузка на грохот q , т/ч; 3) угол наклона рам к горизонту α , град.; 4) размер ячейки сита (РЛСС и металлическая сетка) d , мм.
- режимных параметров работы грохота: 5) частота вращения вала вибровозбудителя ω , об/мин; 6) амплитуда колебаний короба грохота A , мм; 7) угол направления возмущающей силы β , град.
- характеристики горной массы: 8) плотность породы ρ , г/см³; 9) процентное содержание подрешетного продукта в исходном сырье γ , %; 10) влажность материала W , %.

Все вышеперечисленные факторы в дальнейшем обозначены x_1, x_2, \dots, x_n , где n – число факторов. Они оказывают различное влияние на такие технологические показатели, как эффективность грохочения E , % и производительность грохота Q , т/ч, которые принимаются в качестве функции цели y_1 и y_2 соответственно, так как они являются основными при работе виброгрохота.

Для проведения опытов с необходимой точностью и достоверностью первоначально было установлено минимальное и достаточное количество измерений функции отклика, которое равно трем при доверительной вероятности $P_0 = 0,95$.

С целью уменьшения затрат времени и ресурсов для проведения экспериментальных исследований они должны быть тщательно спланированы. Для начала, необходимо, чтобы опыты были проверены на воспроизводимость резуль-

татов, т.е. на их повторяемость в определенных пределах измерений функции с заданной достоверностью. Иными словами результаты опытов, проведенные при одинаковых условиях должны быть близки друг к другу. Для этого необходимо провести несколько серий параллельных опытов, в каждой из которых меняется один или несколько факторов. В нашем расчете в каждую серию входило рассчитанное минимальное количество измерений (три), при этом варьировалась удельная нагрузка q , т/ч и размер ячейки сита d , мм. Все остальные факторы были приняты на следующих уровнях: длина просеивающей поверхности $L = 3,2$ м, угол наклона рам $\alpha = 8$ град, размер ячейки РЛСС $d = 3$ мм, частота вращения вала вибровозбудителя $\omega = 1500$ об/мин, амплитуда колебаний короба грохота $A = 1$ мм, угол направления возмущающей силы $\beta = 45$ град, процентное содержание подрешетного продукта в исходном сырье $\gamma = 38\%$. Материал – сухой гранитный отсев плотностью $\rho = 2,6$ г/см³ класса (-10мм). Экспериментальные данные представлены в табл.1 и на рис.2.

Таблица 1 – Проверка воспроизводимости опытов

Серии опытов	Удельная нагрузка, q , т/ч	Размер ячейки сита, d , мм	Измерения			Вычисления	
			E_1 , %	E_2 , %	E_3 , %	$E_{ср}$, %	D
1	0,5	2	94,8	95,3	96,8	95,6	1,08
2	0,5	5	97,3	98,8	99,2	98,4	1
3	1	2	91	93,2	92,2	92,1	1,21
4	1	5	96,9	95,4	94,7	95,7	1,26
5	1,5	2	84,7	86,6	86,3	85,9	1,04
6	1,5	5	91,2	91,3	89	90,5	1,69
7	2	2	80,9	80	78,7	79,9	1,22
8	2	5	82,7	85	84,4	84	1,42

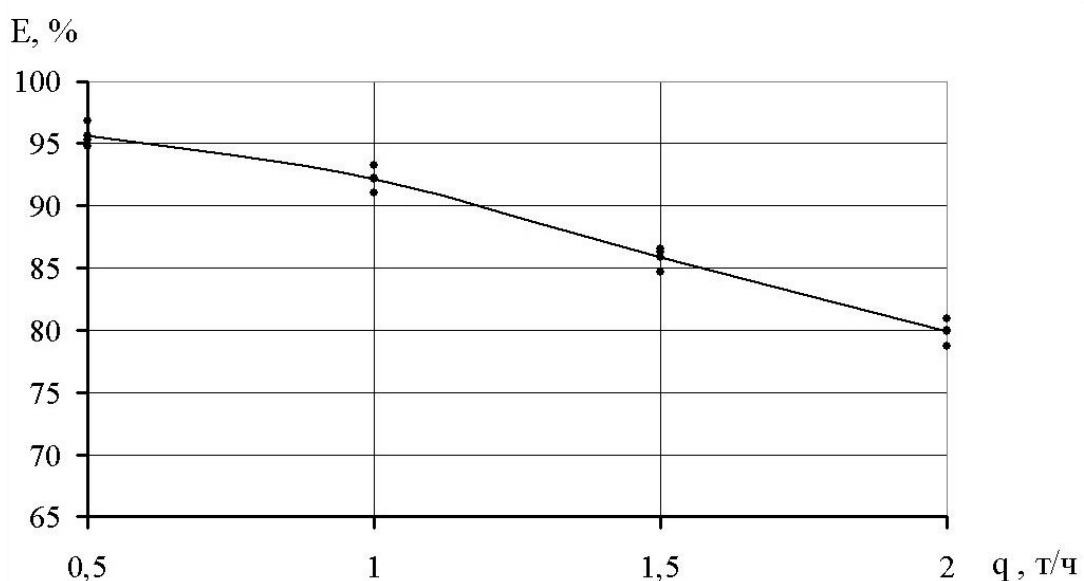


Рис.2 – Разброс данных при проверке воспроизводимости опытов

Для каждой серии опытов определяем среднее значение E_{cp} , а потом дисперсию D . Чтобы оценить воспроизводимость, рассчитаем критерий Кохрена [2]:

$$K_{kr} = \frac{\max D_i}{\sum_1^m D_i},$$

где $\max D_i$ - наибольшее значение дисперсий из числа серий; $\sum_1^m D_i$ - сумма дисперсий из m серий.

Опыты считаются воспроизводимыми при $K_{kr} \leq K_{kt}$, K_{kt} - табличное значение критерия Кохрена, в зависимости от доверительной вероятности P_0 и числа степеней свободы $q = n - 1$. В нашем случае:

$$K_{kr} = \frac{1,69}{1,08 + 1 + 1,21 + 1,26 + 1,04 + 1,69 + 1,22 + 1,42} = \frac{1,69}{9,92} = 0,17$$

Для $m = 8$ и $q = n - 1 = 3 - 1 = 2$ табличное значение критерия Кохрена [2] $K_{kt} = 0,51$. Поскольку $K_{kr} < K_{kt}$, то опыты являются воспроизводимыми.

Для определения модели изучаемого процесса воспользуемся методом полного факторного эксперимента (ПФЭ), который позволяет получить регрессионную модель данного процесса в виде:

$$y = a_0 + a_1 \cdot x_1 + \dots + a_n \cdot x_n + a_{12} \cdot x_1 \cdot x_2 + \dots + a_{(n-1)n} \cdot x_{n-1} \cdot x_n + a_{123\dots n} \cdot x_1 \cdot x_2 \dots x_n,$$

в который входит свободный член a_0 , члены в виде произведений коэффициентов регрессии a_i на x_i , члены, содержащие парные произведения кодированных переменных и член, содержащий произведение всех кодированных переменных.

Все факторы в ходе ПФЭ варьируются на двух уровнях +1 и -1. Общее число опытов ПФЭ равно $N = 2^n = 2^{10} = 1024$. Расчеты коэффициентов регрессии и детерминации, а также проверку на адекватность уравнений регрессии будем производить с помощью программного комплекса SPSS Statistics, так как она является одной из самых совершенных при обработке статистических данных.

Выводы:

1. Новая конструкция вертикального вибрационного грохота позволяет повысить технологические показатели за счет использования специального полигармонического режима работы просеивающей поверхности.

2. Определены 10 основных параметров, варьирование которых существенно оказывает влияние на технологические показатели работы ВВГ, такие как

производительность и эффективность грохочения, которые выбраны в качестве функции цели.

3. Методом планирования эксперимента определено, что для обеспечения достоверности экспериментальных данных с вероятностью 95% минимально необходима повторяемость не менее трех раз, при которых опыты являются воспроизводимыми.

4. Предложено анализ экспериментальных данных на основе регрессионной зависимости, в виде двухуровневого полинома первого порядка, и построение обобщенной модели работы ВВГ произвести с помощью программного комплекса SPSS Statistics.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Надутый В.П. Результаты испытания вибровозбудителей импульсного и вращательного типа при классификации минерального сырья / В.П. Надутый, П.В. Левченко, А.И. Егурнов // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2010. – Вип. 40 (81). – С. 51–55.

2. Надутый В.П., Калиниченко В.В. Вибрационное грохочение горной массы повышенной влажности / Монография. – Днепропетровск. НГУ Украины. – 2004. – 135 с.

3. Надутый В.П. Исследование влияния режимных и конструктивных параметров на технологические показатели виброгрохотов с резиновыми ленточно-струнными ситами / Тр. 2 Междунар. симпоз. по механике эластомеров. – Днепропетровск. – 1997. – С.314-323.

4. Пат. № 53632 UA, МПК⁸ В 07 В 1/40 (2006.01). Вертикальний вібраційний грохот / Надутый В.П., Левченко П.В., Кіжло Л.А.; заявник і патентовласник ІГТМ НАНУ; Заявл. 26.04.2010; Опубл. 11.10.2010, Бюл. № 19. – 3 с.

5. Основы научных исследований. Грушко И.М., Сиденко В.М.– 3-е изд., перераб. и доп. – Харьков: Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те, 1983. – 224с.

УДК 622.831.325.3

С.А. Курносков, к.т.н.
(ИГТМ НАН Украины)

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ МЕСТА И ПАРАМЕТРОВ ЗАЛОЖЕНИЯ ГАЗОСБОРНОЙ ВЫРАБОТКИ ПРИ ДЕГАЗАЦИОННЫХ РАБОТАХ В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

Доведена доцільність розташування польових газозбірних виробок в підробленому масиві, запропоновано методичний підхід до визначення параметрів їх закладання

THE METHODOICAL APPROACH TO THE DETERMINATION OF THE PLACE AND PARAMETERS PLACINGS GAS-COLLECTION OF DEVELOPMENT AT DEGASSING WORKS IN COAL MINES

The expediency of an arrangement field gas-collection of development in the unloaded rock mass, the methodical approach to determining the parameters of their placement

Увеличение метанообильности шахт, вызванное ростом глубины разработки и интенсификацией горных работ, привело к такому положению, когда средствами вентиляции не удается снизить содержание метана в рудничной атмосфере до уровня, установленного «Правилами безопасности...». Поэтому одним из возможных и наиболее эффективных способов борьбы с метаном в угольных