

### III. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ ГОРНЫХ РАБОТ III. TECHNOLOGICAL QUESTIONS OF MINING WORK SAFETY



**В.В. Мельник // V.V. Melnik**  
msmu-prpm-melnik@yandex.ru

д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой Национального исследовательского технологического университета «МИСиС», 119049, Россия, г. Москва, Ленина проспект, 4  
doctor of technical Sciences, Professor, chair head of National research technological University "MISIS", 4, Lenin prospect, Moscow, 119049, Russia



**А.Р. Мукатов // A.R. Mukatov**  
mukatov@bk.ru

начальник горного отдела АО «Уралэлектромедь», 624091, Россия, г. Верхняя Пышма, Успенский проспект, 1  
mining division head of Joint stock company "Uralektromed", 1, Uspensky prospect, Verkhniaia Pyshma, 624091, Russia



**В.П. Тащиенко // V.P. Tatsienko**  
ipeb@kuzstu.ru

д-р техн. наук, директор института промышленной и экологической безопасности ФГБОУ ВО «КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28  
doctor of technical sciences, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University (KuzSTU), Industrial and Environmental Safety Institute director, 28, Vesennaya Street, Kemerovo, 650000, Russia

УДК 622.2

### ОБОСНОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КРУТЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ГИДРОИМПУЛЬСНОЙ УСТАНОВКОЙ THE HYDRAULIC FACTORS SUBSTANTIATION AT STEEP COAL SEAMS' DEVELOPMENT WITH HYDROIMPULSIVE INSTALLATION

В работе представлено обоснование гидравлических факторов при разработке крутых угольных пластов гидроимпульсной установкой, установлено необходимое давление на выходе гидроимпульсной установки, выполнена проверка адекватности аналитического выражения для определения необходимого давления на выходе ГИУ, определения давления, необходимого для разрушения массива угля импульсной струей, установки для проведения очистных и нарезных работ при сопротивляемости угля резанию, получение зависимости для определения силы необходимой для разрушения угольного пласта гидроимпульсной установкой, определение необходимого давления импульсной струи на выходе гидроимпульсной установки для проведения нарезных и очистных работ. Материалы данного исследования будут использоваться как для составления математической модели процесса взаимодействия гидроимпульсной струи установки с разрушаемым массивом угля, так и при проектировании гидроимпульсных установок, предназначенных для разработки крутых угольных пластов.

The paper presents the hydraulic factors substantiation at steep coal seams development with hydroimpulsive installation (HII), the required pressure at the outlet of hydroimpulsive installation is found, analytical expression for determination HII outlet required pressure adequacy check is fulfilled, installation pressure required to crush the coal massif with the pulse jet to carry on extraction and preparation works when coal resists cutting is found, dependence is obtained to determine the necessary force to crush the coal seam with hydroimpulsive

*installation, determination of the required pulse jet pressure at the outlet of hydroimpulsive installation for preparation and extraction works is done. The materials of this research will be used both to compile a mathematical model of the interaction process between the installation hydroimpulsive jet and the coal massif to be crushed and to design hydroimpulsive installations aimed to develop steep coal seams.*

**Ключевые слова:** РАЗРАБОТКА КРУТЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ, ГИДРОИМПУЛЬСНАЯ УСТАНОВКА, ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, НЕСТАЦИОНАРНОСТЬ, ДИНАМИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ

**Key words:** STEEP COAL SEAMS DEVELOPMENT, HYDROIMPULSIVE INSTALLATION, HYDRAULIC FACTORS, NONSTATIONARITY, DYNAMIC PRESSURE

Прокопьевско-Киселевский район Кузбасса является одним из представительных месторождений углей коксующихся марок, которые залегают в крутых пластах. Поэтому для сбалансированного развития Кузбасса необходимо разработать эффективные способы отработки таких угольных пластов. Таким образом, полная механизация очистных и подготовительных работ на шахтах, разрабатывающих крутые пласты, является одной из первоочередных и весьма важных задач. Практика и результаты исследований в нашей стране и за рубежом показывают, что для решения этих задач целесообразен гидравлический способ разрушения угольных пластов.

Следует отметить, что опыт применения гидравлических струй высокого давления при создании эффективных средств разрушения горных пород в РФ и странах СНГ довольно хорошо изучен, находя применения в различных областях деятельности.

Гидромониторы широко применяются при разработке россыпных, угольных, песочно-гравийных месторождений, а также в гидростроительстве. При разрушении горных пород (по одной из общепринятых версий ударом) имеет место механическое воздействие в результате динамической нагрузки и гидродинамического воздействия за счет касательных напряжений, возникающих в массиве.

В связи с активным воздействием струи на породы, разрушение водой происходит при меньшем давлении, чем при механических средствах. При разрушении гидромониторной струей скальных сильнотрещиноватых пород вода создает внутреннее давление, увлажняет породу и снижает сцепление частиц, что и приводит к разрушению.

В данной статье будут рассмотрены результаты использования гидроимпульсной установки для механизации очистных и подготовительных работ на шахтах, разрабатывающих крутые угольные пласты со сложными горно-геологическими и горнотехническими условиями.

Для создания и обеспечения высокопроизводительной работы гидроимпульсных уста-

новок (ГИУ) необходимо обосновать ряд основных технологических параметров: начальное давление струй, диаметр насадок, частоту воздействия, шаг разрушения - и установить особенности разрушения угольного массива гидроимпульсными струями.

Необходимое давление на выходе гидроимпульсной установки (ГИУ) представляет собой сумму давления  $\bar{P}_{н\max}$ , необходимого для разрушения пласта, и изменений динамического давления, обусловленных прохождением струи через слой разрушенного угля,

$$P_{н\text{ген}} = \bar{P}_{н\max} + \Delta P. \quad (1)$$

С учетом преобразований выражение (1) примет вид

$$P_{н\text{ген}} = \frac{\Omega}{d_n^2} \bar{A}_{пу} \bar{l}_{ск} + \Delta P. \quad (2)$$

Из приведенного выражения (2) следует, что необходимое давление на выходе ГИУ представляет собой сумму двух составляющих, первая из которых – случайная величина с распределением вероятности, не противоречащей закону Гаусса и Вейбулла. Вторая – практически детерминированная функция.

Тогда, согласно [1], необходимое давление на выходе ГИУ есть нестационарная случайная функция. Нестационарность этой функции обусловлена изменением (непостоянством) ее второго слагаемого – изменений динамического давления, как функции расстояния между насадкой и забоем. Из выражения (2) также следует, что второе слагаемое  $\Delta P$  является его математическим ожиданием.

Нестационарность необходимого давления на выходе ГИУ, как случайной функции, обусловлена изменением ее математического ожидания. Такие функции, согласно [2], принято называть стационарными «в широком смысле слова».

Нестационарность функций такого рода может быть приведена к стационарным функци-

ям путем их центрирования, т. е. путем вычитания от значений функции его математического ожидания.

Применительно к решаемой в работе задаче – это вычитание потерь динамического давления, являющегося математическим ожиданием.

Тогда центрированное значение необходимого давления на выходе из насадок гидроимпульсной установки составит

$$\overset{\circ}{P}_{н\ зен} = P_{н\ зен} + \Delta P \equiv P_{н\ зен} + \Delta P - \Delta P \equiv P_{н\ зен} \quad (3)$$

Выражение (3) представляет собой необходимое для разрушения давление, представляющее собой двухпараметрическую случайную функцию

$$P_{н}(A_{пу}, l_{ск}) = \frac{\Omega b}{a \sigma_{A_{пу}} d_n^2 \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^0 \int_{\frac{Z}{A_{пу}}}^{\infty} A_{пу} l_{ск} e^{-\left[ \frac{(A_{пу} - \bar{A}_{пу})^2}{2\sigma_{A_{пу}}^2} + \left(\frac{l_{ск} - c}{a}\right)^b \right]} \times$$

$$\times \left(\frac{l_{ск} - c}{a}\right)^{b-1} dA_{пу} dl_{ск} + \frac{\Omega b}{a \sigma_{A_{пу}} d_n^2 \sqrt{2\pi}} \times$$

$$\times \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\frac{Z}{A_{пу}}} A_{пу} l_{ск} e^{-\left[ \frac{(A_{пу} - \bar{A}_{пу})^2}{2\sigma_{A_{пу}}^2} + \left(\frac{l_{ск} - c}{a}\right)^b \right]} \left(\frac{l_{ск} - c}{a}\right)^{b-1} dA_{пу} dl_{ск}.$$

Проверка адекватности аналитического выражения для определения необходимого давления на выходе ГИУ производилась по математическому ожиданию, результаты которых приведены на рис. 1. Погрешность для конкретных условий проведения эксперимента не превышает 10 %.

Определим необходимое давление импульсной струи на выходе гидроимпульсной установки для проведения очистных и нарезных работ.

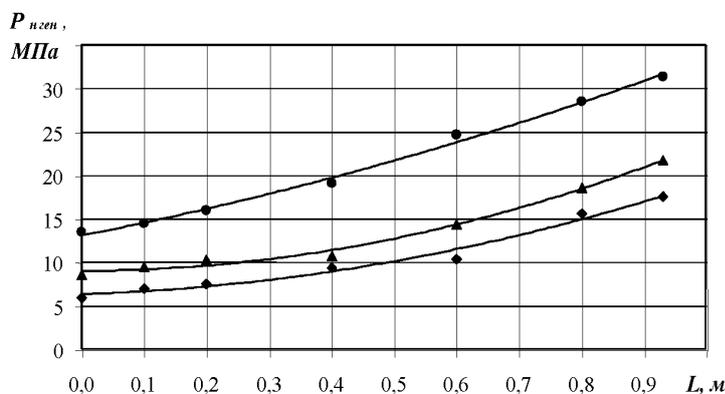
Вычислим коэффициент по следующей зависимости

$$\Omega = \frac{4 k_{oc} k_{cm}}{k_{з1} \pi} \quad (4)$$

где  $k_{oc}$  – коэффициент, учитывающий ослабление угольного пласта трещинами. Для крутых пластов Прокопьевско-Киселевского района Кузбасса принимаем коэффициент равный 0,75-0,85;

$k_{cm}$  – коэффициент, учитывающий условия разрушения угля импульсной струей (аэрацию струи, изменение поперечного сечения и другие),  $k_{cm} = 1,15-1,25$ ;

$k_{з1}$  – коэффициент, учитывающий изменение площади контакта струи с угольным массивом при прохождении через слой разрушенного угля,  $k_{з1} = 1,0-1,4$ . Для слоя разрушенного угля толщиной равной 0,5 м –  $k_{з1} = 1,185$ . Толщина слоя разрушенного угля принята равной 0,5 м на основании данных экспериментальных и аналитических исследований.



● - диаметр насадки 8мм, ▲ - диаметр насадки 10мм, ◆ - диаметр насадки 12мм.  
● - nozzle diameter 8 mm, ▲ - nozzle diameter 10 mm, ◆ - nozzle diameter 12 mm

Рисунок 1 – Зависимость необходимого давления на выходе гидроимпульсной установки от толщины слоя разрушенного угля

Figure 1 – Pressure required at the outlet of hydroimpulsive installation dependence on the destructed coal layer thickness

Определим давление, необходимое для разрушения массива угля импульсной струей, установки для проведения очистных и нарезных работ при сопротивляемости угля резанию  $A_{pu} = 50; 100$  и  $150$  кН/м и для длины скола угля  $l_{ск} = 0,0055; 0,0070$  и  $0,0095$  м. Данные длины скола угля соответствуют трем, двум и одному импульсу струи в одну точку угольного массива соответственно. Данные расчета представим в виде таблиц (табл. 1, 2, 3).

Таблица 1. Давление, необходимое для разрушения угольного пласта  $P_{и\ max}$  при длине скола угля  $l_{ск} = 0,0055$  м

Table 1. Pressure required to destroy the coal seam  $P_{и\ max}$  at the length of the coal breakage  $l_{ск} = 0.0055$  m

$d_{и^*}$ , мм	$P_{и\ max}$ , МПа		
	$A_{pu} = 50$ кН/м	$A_{pu} = 100$ кН/м	$A_{pu} = 150$ кН/м
8	4,43	8,86	13,30
10	2,84	5,67	8,51
12	1,97	3,94	5,91

Таблица 2. Давление, необходимое для разрушения угольного пласта  $P_{и\ max}$  при длине скола угля  $l_{ск} = 0,0070$  м

Table 2. The pressure required to break the coal seam  $P_{и\ max}$  at the length of the cleavage of coal  $l_{ск} = 0.0070$  m

$d_{и^*}$ , мм	$P_{и\ max}$ , МПа		
	$A_{pu} = 50$ кН/м	$A_{pu} = 100$ кН/м	$A_{pu} = 150$ кН/м
18	5,64	11,28	16,92
10	3,60	7,22	10,83
12	2,51	5,01	7,52

Таблица 3. Давление, необходимое для разрушения угольного пласта  $P_{и\ max}$  при длине скола угля  $l_{ск} = 0,0095$  м

Table 3. Pressure required to break the coal seam  $P_{и\ max}$  with the length of the cleavage of coal  $l_{ск} = 0,0095$  m

$d_{и^*}$ , мм	$P_{и\ max}$ , МПа		
	$A_{pu} = 50$ кН/м	$A_{pu} = 100$ кН/м	$A_{pu} = 150$ кН/м
18	7,65	15,31	22,97
10	4,90	9,80	14,70
12	3,40	6,81	10,21

Рациональное число импульсов струи в одну точку угольного массива составляет 2-3.

Поэтому необходимое давление на выходе ГИУ, согласно выражения (1), будем определять для длин скола угля, соответствующих трем и двум импульсам струи (табл. 1 и 2) при сопротивляемости угля резанию  $A_{pu} = 50; 100$  и  $150$  кН/м.

Для вычисления необходимого давления на выходе ГИУ к полученным значениям давлений прибавим потери динамического давления  $\Delta P$ , обусловленные прохождением импульсной струи через слой разрушенного угля. Потери динамического давления  $\Delta P$  будем определять для слоя разрушенного угля толщиной  $0,5-0,6$  м. Данные расчета представлены в таблицах 4 и 5.

Таблица 4. Необходимое давление на выходе ГИУ  $P_{и\ ген}$  при длине скола угля  $l_{ск} = 0,0055$  м  
Table 4. Necessary pressure at the outlet of the GIU  $P_{и\ ген}$  at the length of the cleavage of coal  $l_{ск} = 0,0055$  m

$d_{и^*}$ , мм	$\Delta P$ , МПа	$P_{и\ max}$ , МПа		
		$A_{pu} = 50$ кН/м	$A_{pu} = 100$ кН/м	$A_{pu} = 150$ кН/м
18	8,5	12,93	17,86	21,8
10	4,2	7,04	9,87	12,71
12	4,1	6,07	8,04	10,01

Таблица 5. Необходимое давление на выходе ГИУ  $P_{и\ ген}$  при длине скола угля  $l_{ск} = 0,007$  м  
Table 5. Necessary pressure at the outlet of the GIU  $P_{и\ ген}$  at the length of the cleavage of coal  $l_{ск} = 0,007$  m

$d_{и^*}$ , мм	$\Delta P$ , МПа	$P_{и\ max}$ , МПа		
		$A_{pu} = 50$ кН/м	$A_{pu} = 100$ кН/м	$A_{pu} = 150$ кН/м
18	8,5	14,14	19,78	25,42
10	4,2	7,80	11,42	15,03
12	4,1	6,61	9,11	11,62

Необходимое давление импульсной струи на выходе гидроимпульсной установки для проведения нарезных и очистных работ составляет

$$\bar{P}_{и\ ген} = \frac{\Omega}{d_{и^*}^2} \bar{A}_{pu} l_{ск} + \Delta P \quad (5)$$

На основании предыдущей зависимости установлены диапазоны необходимого давления импульсной струи для различных диаметров насадок при сопротивляемости угля резанию от 50 до 150 кН/м:

- 10–19 МПа для насадки диаметром 0,012 м;
- 13–24 МПа для насадки диаметром 0,010 м;
- 22–34 МПа для насадки диаметром 0,008 м.

Из анализа полученных данных следует:

1. Необходимое давление на выходе ГИУ представляет собой нестационарную случайную функцию, случайный характер которой обусловлен:

- случайным характером разрушения угля с распределением вероятности по закону Гаусса;
- случайным характером длины скола угля

с распределением вероятности по закону Вейбулла;

Нестационарность функции обусловлена изменением потерь динамического давления, как функции расстояния от насадки до забоя. Потери динамического давления, по данным наших исследований, практически детерминированная функция, являющаяся математическим ожиданием случайной функции.

2. Нестационарность давления, необходимого на выходе ГИУ, как случайной функции, может быть представлена в виде стационарной двухпараметрической случайной функцией пу-

тем ее центрирования.

На основании выполненных исследований получена зависимость для определения силы, необходимой для разрушения угольного пласта гидроимпульсной установкой. Материалы данного исследования будут использоваться как для составления математической модели процесса взаимодействия гидроимпульсной струи установки с разрушаемым массивом угля, так и при проектировании гидроимпульсных установок, предназначенных для разработки крутых угольных пластов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лукьянченко Е. С. Исследование и выбор основных параметров гидромониторной буровой установки для безлюдной выемки угля. Дисс. ... канд. техн. наук: 05.05.06. Донецк, 196 с.
2. Свешников А. А. Прикладные методы теории случайных функций. М.: Наука, 1998. 463 с.
3. Махов В. Г. Обоснование параметров технологии выемки крутых пластов гидроимпульсными установками: Автореф. ... дис канд. техн. наук: 05.15.02. Донецк, 2003. 21 с.
4. Геммерлинг О.А. Обоснование параметров гидроимпульсной установки для проведения нарезных работ на пластах крутого падения: Автореф. дис...канд. техн. наук: 05.05.06. Донецк, 2007. 235 с.
5. Прогрессивные технологические решения скважинной гидравлической добычи угля / Мельник В.В. [и др.]. М., 2005. 395 с.
6. Технологические решения по активному управлению геомеханическими процессами в угольных шахтах / Воскобоев Ф.Н. [и др.]. Тула: Изд-во ТулГУ, 2015. 458 с.
7. Бойко Н. Г., Геммерлинг О. А. Стенд для исследования процесса взаимодействия гидроимпульсной струи с разрушаемым массивом угля // Вісті Донецького гірничого інституту: Всеукраїнський науково-технічний журнал гірничого профілю. 2002. № 3. С. 70-71.
8. Технологические схемы разработки угольных пластов Прокопьевска и Киселевском месторождении системами под этажной гидроотбойки. Прокопьевск, 2006.
9. Инструкция по безопасному применению технологических схем разработки угольных пластов Прокопьевска и Киселевском месторождении системами под этажной гидроотбойки. Прокопьевск, 2006.
10. Гидроструйные технологии на очистных, подготовительных и вспомогательных работах / В.Г. Мерзляков [и др.]. Изд-во "Берг Инфо", "Глюкауф на русском языке", 2000. № 1.
11. Леман Х. Орошение бороздовых резания резцовых коронок комбайнов избирательного действия. Глюкауф. 1987. № 12. С. 3-11.
12. Усовершенствование водоструйных систем. Design guidelines improved water spray systems, Mukherjee S.K., Singh V.V., Jayaraman N.I. (University of Utah, Salt Lake City (USA) Min. Eng/ (Littleton, Colo). Nov. 1986, 38(11). p. 1054-1059.
13. Мерзляков В.Г., Бафталовский В. Е. Системы высоконапорного пылевзрывозащитного орошения для проходческих комбайнов избирательного действия // Науч. сообщ. ННЦ ГП- ИГД им. А.А. Скочинского. 2005. Вып. 330. С. 268-276.
14. Никонов Г.П., Кузьмич И.А., И.Г. Ищук, Гольдин Ю.А Научные основы гидравлического разрушения угля. М.: Наука, 1973.
15. Исследование гидравлического разрушения угля. Коллективная монография. М.: Наука, 1972.
16. Шавловский С.С., Бафталовский В.Е. Влияние угла конусности и длины цилиндрического участка насадки на компактность струи. В сб. "Технология добычи угля подземным способом". 1971. № 12.
17. Мерзляков В.Г. Разрушение угля высокоскоростной струей воды и дисковой шарошкой. М.: Недра, 1997. 215 с.
18. Мерзляков В.Г., Присташ В.В. Гидромеханическое разрушение угля и горных пород -экологически чистая и безопасная технология XXI века // Окружающая среда – человек, ресурсосбережение: Сб. научн. тр. 1999. Вып. 2. Т. 1. С. 145-158.
19. Никонов Г.П., Шавловский С.С., Хныкин В.Ф. Исследование динамики и структуры тонких струй воды давлением до 500 ат. М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1969. 38 с.

### REFERENCES

1. Lukianchenko, Ye. S. (2006). Issledovanie i vybor osnovnykh parametrov gidromonitornoj burovoi ustanovki dlia bezliudnoi vyemki uglia. [Study and selection of the hydraulic monitoring drilling rig main parameters for unmanned coal extraction]. *Candidate's thesis*. Donetsk [in Russian].
2. Svешnikov, A. A. (1998). *Prikladnyie metody teorii sluchaiynykh funktsii [Applied methods of the random functions theory]*. Moscow: Nauka [in Russian].
3. Makhov, V. G. (2003). Obosnovanie parametrov tekhnologii vyemki krutykh plastov gidroimpulsnyimi ustanovkami [Steep seams excavation technology justification with hydroimpulsive installations]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Donetsk [in Russian].
4. Gemmerling, O. A. (2007). Obosnovanie parametrov gidroimpulsnoi ustanovki dlia provedeniia nareznykh работ na

- plastakh krutogo padeniya [Hydroimpulsive installation parameters justification for preparation work at steep seams] *Extended abstract of candidate's thesis*. Donetsk [in Russian].
5. Melnik, V. V., Kozova G. I. et al. (2005). *Progressivnyie tekhnologicheskie resheniia skvazhinnoi gidravlicheskoj dobychi uglia [Progressive technological solutions of borehole hydraulic coal mining]*. Moscow: [in Russian].
  6. Voskoboiev, F.N., Dzhigrin, A.V., Melnik, V.V., Klishin, V.I., Kachurin, N.M., Isaiev, I.R., Lupii, S.M., & Kostjuk, S.G. (2015). *Tekhnologicheskie resheniia po aktivnomu upravleniiu geomechanicheskimi processami v ugolnykh shakhtakh [Technological solutions for active control of geomechanical processes in coal mines]*. Tula: TulGU [in Russian].
  7. Boyko, N. G., & Gemmerling, O. A. (2002). Stand dlia issledovaniia protsessu vzaimodeistviia gidroimpulsnoi strui s razrushaemym massivom uglia [Stand for hydroimpulsive jet and crushed coal massif interaction process research]. *Visti Donetskogo gornichogo institute*, 3, 70-71 [in Russian].
  8. *Tekhnologicheskie skhemy razrabotki ugolnykh plastov Prokopievsk i Kiselevskom mestorozhdenii sistemami podehtazhnoi gidrootboiki. [Technological scheme of Prokopievsk and Kiselevsk field coal seams development with sublevel hydraulic crushing systems]*. Prokopyevsk (2006) [in Russian].
  9. *Instruktsiia po bezopasnomu primeneniiu tekhnologicheskikh skhem razrabotki ugolnykh plastov Prokopievsk i Kiselevskom mestorozhdenii sistemami podehtazhnoi gidrootboiki. [Instructions for safe use of technological schemes of Prokopyevsk and Kiselevsk field coal seams development with sublevel hydraulic crushing systems]*. Prokopyevsk (2006) [in Russian].
  10. Merzlyakov, V. G., Kuzmich, I. A., Baftalovsky, V. Ye., Ivanushkin, I. V., & Goldin, Y. A. (2000). *Gidrostruinyie tekhnologii na ochistnykh, podgotovitelnykh i vspomogatelnykh rabotakh [Water-jet technologies for extraction, preparatory and auxiliary works]*. Publishing house "Berg Info" info, "Gluckauf in Russian", No. 1, [in Russian].
  11. Leman, X. (1987). Oroshenie borzdovyyh rezaniya rezcovyyh koronok kombainov izbiratel'nogo deistviia [Cutting head tool bits water spraying of selective action mining combines]. *Glyukauf, № 12*, pp. 3-11 [in Russian].
  12. Mukherjee S. K., Singh V. V., Jayaraman N. I. (1986). *Improvement of water-jet systems. Design guidelines of improved water spray systems*, (University of Utah, Salt Lake City (USA) Min. Eng / (Littleton, Colo). Nov. 1986, 38 (11). p. 3. 1054-1059 [in English].
  13. Merzlyakov, V. G., & Baftalovsky, B. Ye. (2005). Sistemy vysokonapornogo pylevzryvozaschitnogo orosheniia dlia prokhodcheskikh kombainov izbiratel'nogo deistviia [Systems of high-pressure dust- and explosion-proof selective action heading machines spraying]. A. A. *Skochinsky Mining Institute, Scientific information, Issue. 330* [in Russian].
  14. Nikonov, G. P., Kuzmich, I. A., Ishchuk, I. G. & Goldin, Yu. A. (1973). *Nauchnyie osnovy gidravlicheskogo razrusheniia uglia [Scientific basis for hydraulic destruction of coal]*. Moscow: Nauka [in Russian].
  15. *Issledovaniie gidravlicheskogo razrusheniia uglia [The study of the hydraulic destruction of coal]*. Collective monograph.- Moscow: Nauka [in Russian].
  16. Shavlovsky, S. S., & Baftalovsky, V. Ye. (1971). Vliianie uglia konusnosti i dliny tsilindricheskogo uchastka nasadki na kompaktnost strui [Nozzle taper angle cylindrical part length influence on the jet compactness]. "The underground method coal extraction technology", Moscow: *Tsnielugol collection of works, № 12*. [in Russian].
  17. Merzlyakov V. G. (1997). *Razrusheniie uglia vysokoskorostnoi struiei vody i diskovoi sharoshkoi [Coal destruction with high-speed water jet and a disk cutter]*. Moscow: Nedra, [in Russian].
  18. Merzlyakov V. G., & Pristash, V. V. (1999). *Gidromekhanicheskie razrusheniie uglia i gornykh porod -ehkologicheski chistaia i bezopasnaya tekhnologiya XXI veka [Hydromechanical the of the coal and rocks destruction is the XXI century eco-friendly and safe technology]*. *Environment — people, resource-saving: Scientific works collection, Issue. 2. - Vol. 1* [in Russian].
  19. Nikonov, G. P., Shavlovsky, S. S., & Khnykin V. F. (1969). *Issledovanie dinamiki i struktury tonkikh strui vody davleniem do 500 at. [Dynamics and structure study of thin water jets with pressure up to 500 atmospheres]*. Moscow: A. A. Skochinsky IGD, [in Russian]



НИИГД

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА

80  
НА СТРАЖЕ  
БЕЗОПАСНОСТИ

### КОНТАКТЫ

650002, РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ,

Г. КЕМЕРОВО, ПР-Т ШАХТЕРОВ, 14

ТЕЛЕФОН: +7 (3842) 641 960

ФАКС: +7 (3842) 641 960

E-MAIL: INFO@ROSNIIGD.RU

# #ЭКСПЕРТ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА

Разработка алгоритма расчета  
метанообильности подготовительных выработок с целью  
уточнения метода контроля газодинамической активности  
угольного пласта

стр.14

Современное экологическое состояние  
Кузбасса

стр.34

Выпуск 3-2018 | Кемерово | ISSN 2072-6554 | DOI 10.26631/issn.2072-6554

# ВЕСТНИК

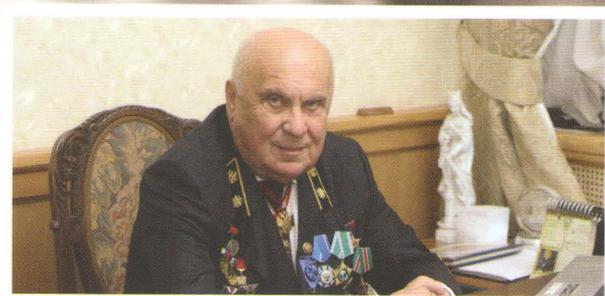
Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности

ВЫСОКАЯ ПРОМБЕЗОПАСНОСТЬ -  
ЭФФЕКТИВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Слово редактора

стр 5

АКТУАЛЬНО



25 лет

Академии горных наук

Официальные поздравления

стр.6



К 25-летию

Академии горных наук

лидеру российского горного сообщества

стр.9

# **ВЕСТНИК**

**Научного центра по безопасности работ  
в угольной промышленности**

**Научно-технический журнал**



**Кемерово**

**3-2018**

**ВЕСТНИК**  
**Научного центра**  
**по безопасности работ**  
**в угольной промышленности**  
**ISSN 2072-6554**

**№ 3-2018**

**Выходит 4 раза в год**

Подписной индекс  
в Каталоге Агентства  
«Роспечать» 2018 г. – 35939

**ЖУРНАЛ ЗАРЕГИСТРИРОВАН**

Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-71529 от 13.11.2017 г.

**ЖУРНАЛ ВКЛЮЧЕН**

в «Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук», сформированный ВАК при Минобрнауки России

**Учредитель и издатель**

**научно-технического журнала «Вестник...»:**  
**Общество с ограниченной**  
**ответственностью «ВостЭКО»**  
**(ООО «ВостЭКО»)**

Адрес учредителя и издателя:

650002, Россия, Кемеровская область, г. Кемерово,  
Сосновый бульвар, дом 1, кабинет 415

Адрес редакции:

650002, Россия, Кемеровская область, г. Кемерово,  
Сосновый бульвар, дом 1

Редакторы: *М. В. Ярош, Л. С. Кузавкова,*  
*Д. А. Трубицына*

Компьютерная верстка: *М. В. Ярош, Д. А. Трубицына*

тел. 77-86-62, 64-26-51.

e-mail: yarosh\_mv@mail.ru

dtrubitsyna@gmail.com

www.ind-saf.ru

Позиция редакции не всегда совпадает  
с точкой зрения авторов публикуемых материалов  
На обложке использована фотография Jeremy Perkins с  
ресурса Unsplash

В номере использованы материалы сайтов  
www.lori.ru, www.freemages.com, www.unsplash.com и  
www.graphicriver.net

**16+**

© ООО «ВостЭКО», 2018

Адрес типографии:

650065, Россия, Кемеровская область, г. Кемерово, пр-т  
Октябрьский, 28 офис 215  
тел. 8 (3842) 657889. ООО «ИНТ».

**Главный редактор: Н. В. Трубицына**

**Редакционная коллегия:**

**Н. В. Трубицына** – главный редактор, заместитель  
директора по научной работе ООО «ВостЭКО»,  
д-р техн. наук

**А. С. Ярош** – заместитель главного редактора,  
генеральный директор АО «НИИГД», канд. техн.  
наук

**Д. В. Исламов** - депутат ГД ФС РФ, кандт. техн.  
наук

**А. А. Трубицын** – консультант по научной работе  
ООО «Горный-ЦОТ», НАО «НЦ ПБ», д-р техн. наук,  
проф.

**А. А. Васильев** – заведующий лабораторией  
ФГБУН «Институт гидродинамики им. М.А.  
Лаврентьева СО РАН», д-р физ.-мат. наук, проф.

**А. М. Брюханов** – и.о. председателя  
Государственного комитета Гортехнадзора ДНР,  
д-р техн. наук

**В. И. Клишин** – директор Института угля  
Федерального исследовательского центра угля и  
углехимии СО РАН, чл.-корр. РАН, д-р техн. наук,  
проф.

**З. Р. Исмагилов** - директор Института углехимии  
и химического материаловедения Федерального  
исследовательского центра угля и углехимии СО  
РАН, чл.-корр. РАН, д-р хим. наук, проф.

**А. В. Шадрин** – ведущий научный сотрудник  
Института угля ФИЦ УУХ СО РАН, д-р техн. наук

**В. Г. Казанцев** – заведующий кафедрой «БТИ»  
(филиал) ФГБОУ ВПО «АлтГТУ им. И.И.  
Ползунова», д-р техн. наук

**В. С. Зыков** – заместитель генерального директора  
АО «НЦ ВостНИИ», д-р техн. наук, проф.

**Д. А. Трубицына** – выпускающий редактор ООО  
«ВостЭКО»

**М. В. Ярош** – редактор ООО «ВостЭКО»

# INDUSTRIAL SAFETY

---

Scientific-technical magazine

Kemerovo

3 - 2018

# INDUSTRIAL SAFETY

## ISSN 2072-6554

№ 3-2018

Is issued 4 times a year

Subscription index  
in «Rospechat» Agency  
Catalogue: Year 2018 – 35939

### MAGAZINE IS REGISTERED

by the Federal Service for Supervision in the Sphere of Communications, Information Technologies and Mass Communications. Registration certificate of mass information means PI № FS77-71529 dated by 13.11.2017 г.

### THE MAGAZINE IS INCLUDED

into «The list of russian reviewed scientific magazines in which main scientific results of dissertations for scientific degrees of a doctor and a candidate of sciences must be published». The list is formed by Higher Attestation Commission of RF Ministry of Education and Science.

**Promoter and publisher of «Industrial Safety» scientific-technical magazine:  
Co Ltd «VostEKO»**

Address of the promoter and publisher:  
650002, Russia, Kemerovskaja oblast, Kemerovo, Sosnovyi bd., 1, office 415

Address of the editors:  
650002, Russia, Kemerovskaja oblast, Kemerovo, Sosnovyi bd., 1

Editors: *M.V. Yarosh, L.S. Kuzavkova, D.A. Trubitsyna*  
Computer layout: *M.V. Yarosh, D.A. Trubitsyna*

Tel. 77-86-62, 64-26-51.  
e-mail: yarosh\_mv@mail.ru  
dtrubitsyna@gmail.com  
www.ind-saf.ru

The edition position not always coincides with the point of view of authors of published materials

Main photo by Jeremy Perkins on Unsplash

In the issue of the magazine materials of sites  
[www.lori.ru](http://www.lori.ru), [www.freemages.com](http://www.freemages.com), [www.unsplash.com](http://www.unsplash.com)  
and [www.graphicriver.net](http://www.graphicriver.net) are used

16+

© Co Ltd «VostEKO», 2018

Address of the printing  
650065, Russia, Kemerovskaja oblast, Kemerovo, prosp. Oktyabrsky, 28 of. 215  
tel. 8 (3842) 657889.  
OOO «INT».

**Chief editor: N. V. Trubitsyna**

### Editorial board:

**N. V. Trubitsyna** – chief editor, deputy director for scientific work of OOO «VostEKO», doctor of technical sciences

**A. S. Yarosh** – deputy chief editor, CEO of PC “Scientific Research Mine Rescue Institute”, candidate of technical sciences

**D. V. Islamov** - deputy of the State Duma of the Federal Assembly of the Russian Federation, candidate of technical sciences

**A. A. Trubitsyn** - scientific work consultant, OOO "Gorny COT", NAO "NC PB", doctor of technical sciences, professor

**A. A. Vasil'ev** - Head of the Laboratory FGBUN "M.A. Lavrentyev Institute of Hydrodynamics SB of RAS, doctor of physical and mathematical sciences, professor

**A. M. Brjuhanov** - Acting Chairman of the State Committee Gortehnadzora DNR, doctor of technical sciences

**V. I. Klishin** - director of the Institute of coal, Federal research center of coal and coal chemistry SB RAS, corresponding member of RAS, doctor of technical sciences, professor

**Z. R. Ismagilov** - director of the Institute of coal chemistry and materials chemistry, Federal research center of coal and coal chemistry SB RAS, corresponding member of RAS, doctor of chemical sciences, professor

**A. V. Shadrin** – Leading researcher of the Institute of Coal FIC UUH SB RAS, doctor of technical sciences

**V. G. Kazantsev** – chairman of «BTI» (branch) FGBOU VPO «AltGTU after I.I.Polzunov», doctor of technical sciences

**V. S. Zykov** – deputy general director JSC «ScC VostNII», doctor of technical sciences, professor

**D. A. Trubitsyna** – OOO «VostEKO» Commissioning Editor

**M. V. Yarosh** – OOO «VostEKO» editor

**СЛОВО РЕДАКТОРА // EDITORIAL**

**5** Трубицына Н. Trubitsyna N.

**АКТУАЛЬНО // IMPORTANT**

**6** Ю.Н. Малышев Президент Академии горных наук. Поздравление с юбилеем АГН.

Yu.N. Malyshev President of the Academy of Mining Sciences. Congratulations on the anniversary of AMS.



**8** И.И. Мохначук, председатель Росуглепрофа. Поздравление с юбилеем АГН.  
I.I. Mohnachuk, chairman of Rosugleprof. Congratulations on the anniversary of AMS.



**9** А.В. Лиманский, М.И. Смирнов. К 25-летию Академии горных наук – лидеру российского горного сообщества  
A.V. Limanskiy, M.I. Smirnov. To the 25th anniversary of the Academy of Mining Sciences – the leader of Russian mining community.

**I. ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ГЕОМЕХАНИКА // INDUSTRIAL SAFETY AND GEOMECHANICS**

**14** М.С. Плаксин. Разработка алгоритма расчета метанообильности подготовительных выработок с целью уточнения метода контроля газодинамической активности угольного пласта  
M.S. Plaksin. Algorithm development for preparatory workings methane inflow calculation in order to clarify the coal seam gas-dynamic activity control method

**20** В.В. Иванов, К.Х. Ли. Количественный прогноз удароопасности вмещающих пород и руд Таштагольского месторождения на основе измерений удельного электросопротивления пород в состоянии предразрушения перед динамическими проявлениями горного давления  
V.V. Ivanov, K.H. Li. Tashtagol deposit bedding rocks and ores rock bump hazard quantitative forecast on the basis of the rocks in the state of pre-destruction electrical resistivity measurements before the dynamic manifestations of rock pressure

**II. ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ // FIRE AND INDUSTRIAL SAFETY**

**34** А. А. Харионовский, М.Ю. Данилова. Современное экологическое состояние кузбасса  
A. A. Harionovskij, M.Yu. Danilova. Present ecological condition of Kuzbass

**39** А.В. Мясков. Экологическая безопасность: направления снижения негативных воздействий горнодобывающих предприятий на природные экосистемы  
A.V. Miaskov. Ecological safety: directions to reduce the mining enterprises negative impacts on natural ecosystems

**45** В.В. Шарманов. Система контроля охраны труда и техники безопасности в строительстве с применением BIM-технологии, как возможного инструмента в системе СОУТ и риск-ориентированном подходе  
A.V. Miaskov. Construction labor protection and industrial safety control system and BIM-technology as a possible tool in the SAWC (special assessment of working conditions) system and a risk-based approach

### **III. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ ГОРНЫХ РАБОТ // TECHNOLOGICAL QUESTIONS OF MINING WORK SAFETY**

**52** В.В. Мельник, А.Р. Мукатов, В.П. Тащиенко. Обоснование гидравлических факторов при разработке крутых угольных пластов гидроимпульсной установкой  
**V.V. Mel'nik, A.R. Mukatov, V.P. Tatsiyenko.** The hydraulic factors substantiation at steep coal seams' development with hydroimpulsive installation

**58** А.С. Голик, А.Б. Муллов, В.Б. Попов, А.С. Ярош, В.А.Зубарева, И.Р. Измайлов, В.А. Кульмухаметов, Г.И. Князева, Н.А. Адамович. Мобильный реаниматологический комплекс для оказания экстренной медицинской помощи пострадавшим при подземных авариях в шахтах  
**A.S. Golik, A.B. Mullov, V.B. Popov, A.S. Yarosh, V.A.Zubareva, I.R. Izmaylov, V.A. Kul'mukhametov, G.I. Knyazeva, N.A. Adamovich.** Mobile critical care complex for providing emergency medical care to the underground mine accident victims

**63** А.С. Голик, В.Б. Попов, А.С. Ярош, О.С. Токарев. Как сохранить жизнь шахтера в аварийных условиях шахты  
**A.S. Golik, V.B. Popov, A.S. Yarosh, O.S. Tokarev.** How to save the life of a miner in the mine emergency situation

### **IV. ПРОБЛЕМЫ И СУЖДЕНИЯ // PROBLEMS AND OPINIONS**

**70** И.В. Петров, И.А. Стоянова, И.Т. Хилая. Вопросы инженерно-финансовой подготовки управленческих кадров для предприятий угольной промышленности  
**I.V. Petrov, I.A. Stoyanov, I.T. Khilaia.** Questions of coal industry enterprises managerial staff engineering and financial training

**79** С.В. Бычков. Термодинамика сейсмических процессов как эволюция Вселенной  
**S.V. Bychkov.** Seismic processes thermodynamics as the Universe evolution

**88** С.А. Терентьев, Е.В. Сыпин, В.В. Соболев. Разработка оптического метода и прибора контроля координат начальной стадии горения в угольных шахтах  
**S.A. Terent'yev, Ye.V. Sypin, V.V. Sobolev.** Optical method and coal mine initial stage combustion coordinates monitoring instrument development

### **94 ТРЕБОВАНИЯ К РЕКЛАМНЫМ МАТЕРИАЛАМ // ADVERTISING MATERIALS REQUIREMENTS**

### **95 ТРЕБОВАНИЯ К СТАТЬЯМ // DEMANDS TO ARTICLES**

### **98 СОДЕРЖАНИЕ // CONTENT**

# ПОДПИСКА 2018

- Подписка по каталогу АО «КАЗПОЧТА» и через альтернативные агентства ТОО «ЭВРИКА-ПРЕСС», ТОО «Агентство «ЕВРАЗИЯ ПРЕСС».

*Подписной индекс 75807*

- Редакционная подписка. Оформляется с любого месяца как на печатную, так и на электронную версию.

*Стоимость годовой подписки – 30000 тенге с учетом НДС (печатная версия) и 12000 тенге с учетом НДС (электронная версия).*



 +7 (727) 375-44-96

050026, Республика Казахстан,  
г. Алматы, ул. Карасай батыра,  
146, оф. 401

 Yuliya.Bocharova@interrin.kz  
Tatyana.Dolina@interrin.kz  
Irina.Pashinina@interrin.kz

Подписано в печать 20.09.2018. Тираж 1000 экз. Формат 60x90 1/8.

Выпуск 3-2018, дата выхода в свет 25.09.2018

Объем 10 п. л. Заказ № 3 2018 г. Цена свободная.

Типография ООО «ИНТ».

650065, Россия, Кемеровская область, г. Кемерово, пр-т Октябрьский, 28 офис 215

Тел. 8 (3842) 657889.