

УДК 622.232.72.001.57:658.386

**В.Г. Шевченко**, д-р техн. наук, ст. науч. сотр.,  
**Р.А. Дякун**, канд. техн. наук, мл. науч. сотр.,  
**В.Н. Светличный**, мл. науч. сотр.  
(ИГТМ НАН Украины)

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
ТРУДА ГОРНЯКОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ**

**В.Г. Шевченко**, д-р техн. наук, ст. науч. сотр.,  
**Р.А. Дякун**, канд. техн. наук, мол. наук. співр.,  
**В.М. Світличний**, мол. наук. співр.  
(ИГТМ НАН України)

**ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЗМІНИ ПОКАЗНИКІВ ПРАЦІ  
ГІРНИКІВ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ РІЗНИХ  
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ**

**V.G. Shevchenko**, D. Sc. (Tech.), Senior Researcher,  
**R.A. Dyakun**, Ph.D. (Tech.), Junior Researcher,  
**V.N. Svetlichiy**, Junior Researcher  
(IGTM NAS of Ukraine)

**THE STUDY OF SPECIFIC CHANGES OF THE MINER'S WORK  
FACTORS WHILE THEY PERFORM DIFFERENT TECHNOLOGICAL  
OPERATIONS**

**Аннотация.** Целью данной работы является определение особенностей изменения показателей труда горняков при выполнении различных технологических операций в условиях приближенных к шахтным. Методами исследований являются методы биомеханики, натурные наблюдения с фиксацией параметров при помощи специализированных стандартных приборов, обработка результатов исследований производится с помощью современных программно-вычислительных комплексов с использованием методов математической статистики. В результате установлено, что при использовании молодым рабочим респиратора во время погрузки горной массы объем выполненной работы уменьшается на 16%, а интенсивность затрачиваемой энергии уменьшается на 27%; при использовании опытным рабочим респиратора во время погрузки горной массы объем выполненной работы увеличивается на 10%, а интенсивность затрачиваемой энергии уменьшается на 11%. В среднем молодой рабочий несет меньше энергозатрат на выполнение всех рабочих операций, чем опытный. Также следует отметить, что средние энергозатраты при выполнении операций без респиратора превышают средние энергозатраты при выполнении операций с респиратором, исключение составляет спуск по лестнице и перенос груза как опытным, так и молодым рабочими.

**Ключевые слова:** физическая кондиция, квалификация рабочих, энергозатраты, интенсивность затрачиваемой энергии.

Для повышения эффективности процесса подземной добычи важным фактором является качество трудовых ресурсов. Повышение квалификации и физических кондиций рабочих приводит к увеличению концентрации производства, мощности и надежности применяемых средств механизации, опытного исполь-

зования геомеханической обстановки для дополнительной добычи ископаемых [1].

Целью исследований является определение особенностей изменения показателей труда горняков при выполнении различных технологических операций в условиях приближенных к шахтным, в соответствии с методикой [2, 3]. Местом проведения исследований особенностей изменения показателей труда горняков являются приближенные к шахтным лабораторные условия, имитирующие различные участки работ.

Исследования проводятся с учетом различных физических кондиций, возраста, тотальных размеров, опыта, квалификации, стажа работы и других особенностей горнорабочих, в различных условиях (запыленность, влажность, давление воздуха, температура, шум и пр. факторов, характерных для шахт).

Методами исследований являются методы биомеханики, натурные наблюдения с фиксацией параметров при помощи специализированных стандартных приборов, обработка результатов исследований производится при помощи современных программно-вычислительных комплексов с использованием методов математической статистики.

Средства исследований - пульсотохограф, специализированная мини видеокамера. Пульсотохограф предназначен для контроля физического состояния человека (измерение частоты сердечных сокращений, расхода энергии, максимального объема вдыхаемого кислорода и пр.) при различного вида физических нагрузках [4]. Мини видеокамера с вынесенным (встроенным) объективом, блоком записи и беспроводным пультом управления предназначена для видеосъемки в широком диапазоне условий окружающей среды, таких как пыль, вода и удары [5].

Исходные параметры и диапазоны их изменения приведены в табл. 1. Лабораторные исследования энергозатрат горнорабочих в условиях приближенных к шахтным проводились для следующих рабочих операций, характерных для технологии добычи подземных месторождений: погрузка горной массы лопатой, перенос груза по горной выработке, подъем по лестнице рабочего с грузом, спуск по лестнице рабочего с грузом, подъем и перенос груза. В исследованиях участвовали опытный рабочий (ОР) (возраст 52 года, антропометрические данные: рост 170 см, вес 80 кг) и молодой рабочий (МР) (возраст 34 года, антропометрические данные: рост 185 см, вес 69 кг).

Результаты лабораторных исследований энергозатрат горнорабочих в условиях приближенных к шахтным приведены в табл. 2 и на рис. 1, 2. Характер зависимостей свидетельствует о следующем. Сначала наблюдается быстрый рост энергозатрат во времени потом данный показатель стабилизируется, а при некоторых рабочих операциях наблюдается незначительное его снижение к концу времени выполнения операции. Характерен квадратичный характер зависимости изменения энергозатрат во времени.

Анализ данных свидетельствует о следующем. Наибольшие энергозатраты наблюдаются при имитации переноса груза по горной выработке опытным рабочим (31 ккал), наименьшие - при подъеме и переносе груза молодым рабочим (12 ккал). Наибольшие средние энергозатраты наблюдаются при погрузке гор-

ной массы лопатой опытным рабочим (0,175 ккал/с), наименьшие средние – при подъеме и переносе груза молодым рабочим (0,08 ккал/с). В среднем молодой рабочий несет меньше энергозатрат на выполнение всех рабочих операций, чем опытный. Также следует отметить, что средние энергозатраты при выполнении операций без респиратора превышают средние энергозатраты при выполнении операций с респиратором, исключение составляет спуск по лестнице и перенос груза как опытным, так и молодым рабочим.

Полученные результаты будут использованы при выполнении исследований энергозатрат горнорабочих при выполнении различных рабочих операции в реальных условиях шахт.

Таблица 1 - Параметры и диапазоны их изменения

| Варьируемые параметры                           | Диапазоны изменения                |
|-------------------------------------------------|------------------------------------|
| Характеристики горнорабочих                     |                                    |
| 1. Физические кондиции                          | Низкие, средние, высокие           |
| 2. Возраст                                      | 20-60 лет                          |
| 3. Тотальные размеры<br>- рост;<br>- вес        | 150-200 см<br>60-120 кг            |
| 4. Опыт                                         | Малый, средний, большой            |
| 5. Квалификация                                 | Низкая, средняя, высокая           |
| 6. Стаж работы<br>малый<br>средний<br>большой   | До 3 лет<br>3-10 лет<br>10 и более |
| Условия труда                                   |                                    |
| 1. Скорость движения воздуха                    | 0-4 м/с                            |
| 2. Направление движения воздуха                 | Фронтальное, боковое               |
| 3. Запыленность воздуха (содержание пыли)       | 0-10 г/м <sup>3</sup>              |
| 4. Абсолютная (относительная) влажность воздуха | 0,1-1,0 г/м <sup>3</sup> (50-85 %) |
| 5. Атмосферное давление                         | 641 — 816 мм рт. ст.               |
| 6. Температура                                  | 20-45 °С                           |
| 7. Уровень шума                                 | 40-100 Дб                          |
| Фиксируемые параметры                           |                                    |
| 1. Измерение частоты сердечных сокращений       | уд/мин                             |
| 2. Расход энергии                               | ккал                               |
| 3. Максимальный объем вдыхаемого кислорода      | л/мин                              |

Анализ данных по изменению энергозатрат рабочими при погрузке горной массы лопатой показывает, что опытный рабочий перебрал лопатой 36 кг при работе с респиратором в течение времени 93 с, т.е. интенсивность работы составляет 0,387 кг/с. При работе без средств защиты органов дыхания опытный рабочий перебрал лопатой 34 кг за время 98 с т.е. 0,347 кг/с. Из вышесказанного следует, что фактически выполненная работа без респиратора для опытного рабочего на 10% меньше по отношению к работе, выполненной с респиратором, при этом интенсивность затрачиваемой энергии на выполнение работы с использованием респиратора снижается с 810 до 720 Дж/с, т.е. на 11% меньше, а при использовании опытным рабочим респиратора во время погрузки

горной массы объем выполненной работы увеличивается на 10%, а интенсивность затрачиваемой энергии организма уменьшается на 11%, что указывает на преимущество применения респиратора, не считая того, что при этом осуществляется защита дыхательных путей от загрязнения породной тонкодисперсной пылью.

Таблица 2 - Энергозатраты при выполнении различных рабочих операций

| № поз. | Рабочая операция                                       | Общее время, с | Общие энергозатраты, ккал | Средние энергозатраты (E), ккал/с |
|--------|--------------------------------------------------------|----------------|---------------------------|-----------------------------------|
|        |                                                        |                |                           | без респиратора                   |
|        |                                                        |                |                           | с респиратором                    |
| 1      | Погрузка горной массы лопатой (опытный рабочий)        | 114,13         | 20                        | 0,175239                          |
| 2      |                                                        | 122,8          | 20                        | 0,162866                          |
| 3      | Перенос груза по горной выработке (опытный рабочий)    | 182,54         | 31                        | 0,169826                          |
| 4      |                                                        | 184,83         | 31                        | 0,167722                          |
| 5      | Подъем по лестнице рабочего с грузом (опытный рабочий) | 123,7          | 18                        | 0,145513                          |
| 6      |                                                        | 140,94         | 18                        | 0,127714                          |
| 7      | Спуск по лестнице рабочего с грузом (опытный рабочий)  | 138,43         | 18                        | 0,13003                           |
| 8      |                                                        | 135,75         | 18                        | 0,132597                          |
| 9      | Подъем и перенос груза (опытный рабочий)               | 102,43         | 18                        | 0,17573                           |
| 10     |                                                        | 106,33         | 17                        | 0,15988                           |
| 11     | Перемещение по выработке с грузом (молодой рабочий)    | 157,02         | 18                        | 0,114635                          |
| 12     |                                                        | 183,94         | 19                        | 0,103295                          |
| 13     | Подъем по лестнице рабочего с грузом (молодой рабочий) | 140,71         | 14                        | 0,099495                          |
| 14     |                                                        | 146,02         | 14                        | 0,095877                          |
| 15     | Спуск по лестнице рабочего с грузом (молодой рабочий)  | 116,09         | 13                        | 0,111982                          |
| 16     |                                                        | 127,74         | 19                        | 0,14874                           |
| 17     | Подъем и перенос груза (молодой рабочий)               | 121,93         | 12                        | 0,098417                          |
| 18     |                                                        | 145,88         | 12                        | 0,082259                          |
| 19     | Погрузка горной массы лопатой (молодой рабочий)        | 144,19         | 22                        | 0,152576                          |
| 20     |                                                        | 145,27         | 16                        | 0,11014                           |

Молодой рабочий перебрал лопатой 50 кг горной массы при работе с респиратором в течение 94 с, т.е. интенсивность реальной работы составляет 0,532 кг/с. При работе без средств защиты органов дыхания молодой рабочий перебрал лопатой 60 кг породной массы за время 97 с, т.е. интенсивность работы составляет 0,618 кг/с. Из вышеперечисленного следует, что для молодого рабочего выполненная работа без респиратора на 16 % больше по отношению к работе, выполненной с использованием респиратора, при этом интенсивность затрачиваемой энергии организма на выполнение работы с респиратором снижается с 720 до 520 Дж/с, т.е. на 27%. При использовании молодым рабочим респиратора во время погрузки горной массы объем выполненной работы умень-

шается на 16%, интенсивность затрачиваемой энергии организма уменьшается на 27%, что указывает на преимущество применения респиратора.

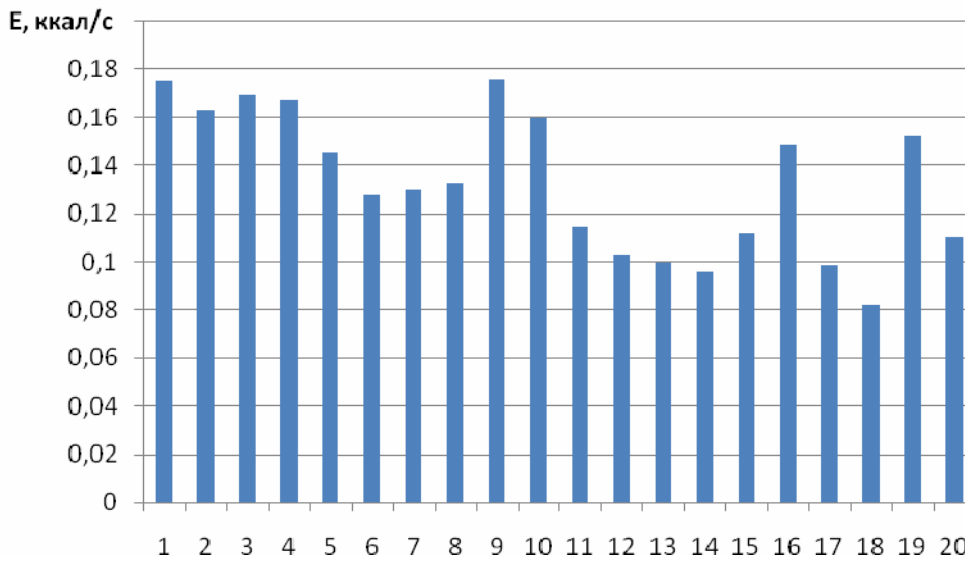


Рисунок 1 –Средние энергозатраты при выполнении различных операций (по оси абсцисс порядковый номер соответствует № поз. в табл. 2)

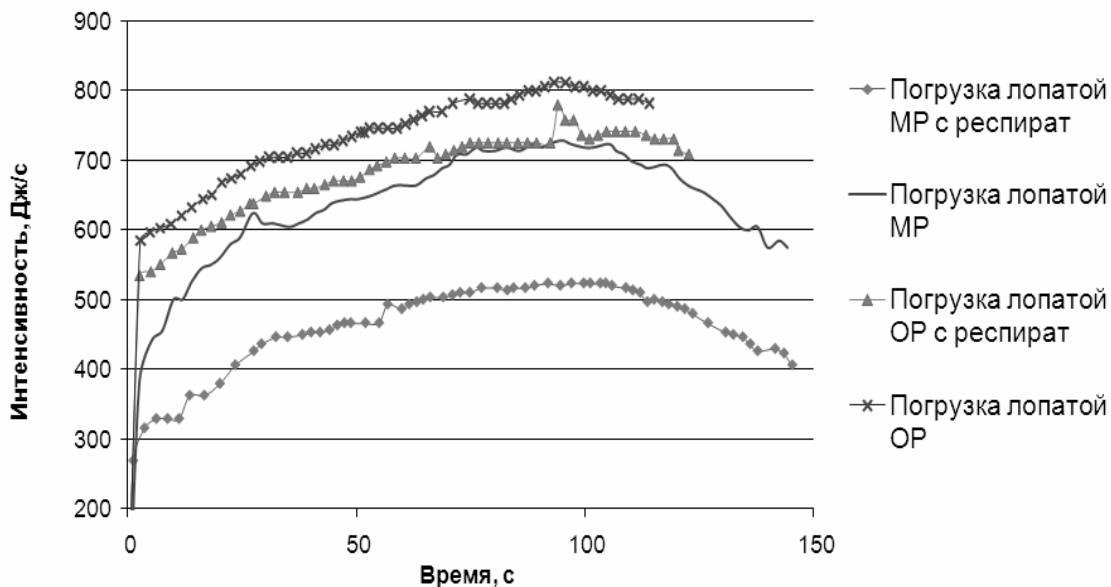


Рисунок 2 - Изменение интенсивности энергозатрат рабочих при погрузке горной массы лопатой опытными (ОР) и молодыми (МР) рабочими

**Выводы.** Разработана методика оценки физических кондиций и квалификации рабочих при выполнении ими различных технологических операций для последующего их учета в виде поправочного коэффициента к существующим стандартам нормирования труда и заработной платы. Это, с одной стороны, позволит существенно дифференцировать заработную плату рабочих с целью снижения затрат работодателей при недостаточной их квалификации (опыта); с другой стороны существенная дифференциация по данным исследований показателей рабочих и оценки их физических и квалификационных показателей, даст стимул рабочим для усовершенствования своих профессиональных навыков,

что значительно улучшит качественно-количественные характеристики выполняемой работы рабочими и а также даст основание для введения поправочного коэффициента к существующим стандартам нормирования труда и заработной платы.

Подобные исследования показателей рабочих предлагается проводить периодически (например раз в пол-года или раз в квартал) и заносить данные в карты истории изменения показателей труда рабочих для их анализа и последующего повышения их профессиональных качеств. Результаты исследований дают возможность рекомендовать для каждого рабочего наиболее подходящие для него технологические операции, при которых проявляется наибольшая производительность и оптимальные затраты ресурсов на выполнение той или иной работы, т.е. фактически коэффициент полезного действия (к.п.д.) при выполнении работы.

---

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сургай, Н.С. Производительность очистных комплексов нового технического уровня и пути ее повышения / Н.С. Сургай, В.В. Виноградов, Ю.И. Кияшко // Уголь Украины. – 2001. - № 6. – С. 2-6.
2. Шевченко, В.Г. К количественной оценке трудозатрат рабочих урановых шахт / В.Г. Шевченко, Ю.И. Кияшко // Геотехническая механика. – Днепропетровск. – 2012. - Вып. 99. - С. 250-256.
3. Кияшко, Ю.И. Методика комплексной оценки показателей надежности и качества системы управления процессом добычи угля / Ю.И. Кияшко, В.Г. Шевченко. – Днепропетровск: ИГТМ НАН Украины, 2009. – 22 с.
4. Руководство по применению пульсотактографа Beurer PM 55. – Beurer GmbH & Co. KG., Германия, 2008 – 52 с.
5. Руководство по эксплуатации мини видеокамеры POV.1.5 – V.I.O. Inc., 2008 – 34 с.

#### REFERENCES

1. Surgay, N.S., Vinogradov, V.V. and Kiyashko, Yu.I. (2001), "Performance cleaning complexes new technological level and ways of its improvement", *Coal of Ukraine*, no. 6, pp. 2-6.
2. Shevchenko, V.G. and Kiyashko, Yu.I. (2012), "To quantify labor working uranium mines], *Geotechnical mechanics*", no. 99, pp. 250-256.
3. Kiyashko, Yu.I. and Shevchenko, V.G. (2012), *Metodika kompleksnoy otsenki pokazateley nadezhnosti i kachestva sistemy upravleniya protsessom dobyichi uglya* [Methodology complex estimation reliability and quality indicators the process control system of coal mining ], IGTM NASU, Dnepropetrovsk, Ukraine.
4. Beurer GmbH & Co. KG. (2008) *Rukovodstvo po primeneniyu pulsotahografa Beurer PM 55* [Guidance on the application of the heart rate monitor Beurer PM 55], Beurer GmbH & Co. KG, Germany.
5. V.I.O. Inc. (2008), *Rukovodstvo po ekspluatatsii mini videokamery POV.1.5* [Instruction manual mini camcorder POV.1.5], V.I.O. Inc., Japan.

---

#### Об авторах

**Шевченко Владимир Георгиевич**, доктор технических наук, старший научный сотрудник, ученый секретарь института, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАНУ), Днепропетровск, Украина, [V.Shevchenko@nas.gov.ua](mailto:V.Shevchenko@nas.gov.ua).

**Дякун Роман Анатольевич**, кандидат технических наук, младший научный сотрудник в отделе Управления динамическим проявлением горного давления, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАН Украины), Днепропетровск, Украина, [romen@ua.fm](mailto:romen@ua.fm).

**Светличный Вячеслав Николаевич**, младший научный сотрудник в отделе Управления динамическим проявлением горного давления, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАН Украины), Днепропетровск, Украина.

### About the authors

**Shevchenko Vladimir Georgievich**, Doctor of Technical Sciences (D. Sc.), Senior Researcher, Scientific secretary of the Institute, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Science of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, [V.Shevchenko@nas.gov.ua](mailto:V.Shevchenko@nas.gov.ua).

**Dyakun Roman Anatolevich**, Candidate of Technical Sciences (Ph.D), Junior Researcher in Department of Pressure Dynamics Control in Rocks, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, [romen@ua.fm](mailto:romen@ua.fm).

**Svetlichiy Vyacheslav Nicolaevich**, Junior Researcher, Junior Researcher in Department of Pressure Dynamics Control in Rocks, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine.

---

**Анотація.** Метою даної роботи є визначення особливостей зміни показників праці гірників під час виконання різних технологічних операцій в умовах наближених до шахтних. Методами досліджень є методи біомеханіки, натурні спостереження з фіксацією параметрів за допомогою спеціалізованих стандартних приладів, обробка результатів досліджень проводиться за допомогою сучасних програмно-обчислювальних комплексів з використанням методів математичної статистики. В результаті встановлено, що при використанні молодим робочим респіратора під час навантаження гірської маси обсяг виконаної роботи зменшується на 16 %, а інтенсивність енергії, що витрачається, зменшується на 27 %; при використанні досвідченим робочим респіратора під час навантаження гірської маси обсяг виконаної роботи збільшується на 10 %, а інтенсивність енергії, що витрачається, зменшується на 11 %. У середньому молодий робітник несе менше енерговитрат на виконання всіх робочих операцій, ніж досвідчений. Також слід зазначити, що середні енерговитрати при виконанні операцій без респіратора перевищують середні енерговитрати при виконанні операцій з респіратором, виключення становить спуск по сходах і перенесення вантажу як досвідченим так і молодим робітниками.

**Ключові слова:** фізична кондиція, кваліфікація робітників, енерговитрати, інтенсивність енергії, що витрачається.

**Abstract.** Aim of this work is to determine specific changes of the miners' work factors while they perform various technological operations in conditions close to the mine. Research methods included biomechanical methods and field observations with fixing parameters with the help of specialized standard devices; the study results were processed with the help of the up-to-date computer systems and methods of mathematical statistics. It is stated that when a respirator is used by young workers when they load the rock mass a volume of the work done is reduced by 16% and intensity of the energy inputs is reduced by 27%; when skilled workers use respirator while loading the rock mass a volume of work done increased by 10% and intensity of the energy input is reduced by 11%. On average, a young worker wastes less energy than a skilled worker while performing all working operations. It should also be noted that the average energy inputs while performing operations without respiratory exceeds an average energy input when the respirators are used, though with an exception of cases for both by skilled and young workers when they are walking down the steps carrying a cargo.

**Keywords:** physical condition, qualification of workers, energy input, intensity of the energy input.

*Стаття постуила в редакцію 20.03.2013*

*Стаття рекомендована к печати д-ром техн. наук Т.В. Бунько*

УДК 622.002.5:621.8.031.4

**В.В. Сухарев**, канд. техн. наук, научн. сотр.,  
**П.В. Левченко**, мл.научн.сотр.  
(ИГТМ НАН Украины),  
**Д.В. Белюшин**, аспирант  
(ГВУЗ «НГУ»)

### **ИДЕНТИФИКАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ УДАРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА МАШИНЫ С ГОРНОЙ МАССОЙ**

**В.В. Сухарев**, канд. техн. наук, научн. сотр.,  
**П.В. Левченко**, мл.научн.сотр.  
(ИГТМ НАН України),  
**Д.В. Белюшин**, аспірант  
(ДНВЗ «НГУ»)

### **ИДЕНТИФІКАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ УДАРНОЇ ВЗАЄМОДІЇ РОБОЧОГО ОРГАНА МАШИНИ З ГІРСЬКОЮ МАСОЮ**

**V.V. Sukharyev**, Ph.D. (Tech.), Researcher,  
**P.V. Levchenko**, Junior Researcher  
(IGTM NAS of Ukraine),  
**D.V. Beliushin**, Doctoral Student  
(SHEE "NMU")

### **IDENTIFICATION OF RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDY OF THE SHOCK INTERACTION BETWEEN A MOVABLE OPERATING ELEMENT OF A VIBRATORY MACHINE AND THE ROCKS**

**Аннотация.** Целью данного исследования являлась разработка модели взаимодействия падающей кусковой горной массы с рабочими органами вибромашин для определения рациональных или оптимальных параметров напряженного состояния защищаемой поверхности и деформационных характеристик футеровок.

Предыдущие исследования показали, что основными факторами, оказывающими влияние на защитные свойства футеровки, является её толщина, твердость и сила удара, при этом не учитывалась комплексное воздействие изменения площади резиновой футеровки или модуля объёмного сжатия. С использованием прикладного пакета обработки статистических данных SPSS Statistics методом наименьших квадратов был проведен регрессионный анализ полученных ранее экспериментальных данных. С высоким уровнем достоверности и адекватности установлены регрессионные зависимости возникающих напряжений в коробе и глубины вдавливания от параметров защитной резиновой футеровки (твёрдость и площадь) и энергии удара, моделирующей падение кусковой горной массы на рабочий орган горных машин. Полученная математическая модель позволяет определять рациональные или оптимальные параметры напряженного состояния защищаемой поверхности и деформационных характеристик футеровок.

**Ключевые слова:** горная масса, эластичная футеровка, удар, напряжение.

© В.В. Сухарев П.В. Левченко Д.В. Белюшин, 2014