

**Булат А.Ф.**, акад. НАНУ, д-р техн. наук, професор,  
**Дырда В.И.**, д-р техн. наук, професор,  
(ИГТМ НАН України),  
**Пухальский В.Н.**, канд. техн. наук  
(ВостГОК),  
**Лисица Н.И.**, канд. техн. наук, ст. научн. сотр.,  
(ИГТМ НАН України),  
**Черний А.А.**, магистр  
(ДГАЭУ),  
**Заболотная Е.Ю.**, инженер  
(ИГТМ НАН України)

**РАЗРАБОТКА И ШИРОКОЕ ПРОМЫШЛЕННОЕ ВНЕДРЕНИЕ  
ВИБРАЦИОННЫХ МАШИН И КОМПЛЕКСОВ ВЫПУСКА И  
ДОСТАВКИ УРАНОВЫХ РУД ПРИ ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧЕ**

**Булат А.Ф.**, акад. НАНУ, д-р техн. наук, професор,  
**Дирда В.И.**, д-р техн. наук, професор,  
(ИГТМ НАН України),  
**Пухальський В.Н.**, канд. техн. наук  
(СхідГЗК),  
**Лисиця М.І.**, канд. техн. наук, ст. наук. співр.,  
(ИГТМ НАН України),  
**Черній О.А.**, магістр  
(ДДАЕУ),  
**Заболотна О.Ю.**, інженер  
(ИГТМ НАН України)

**РОЗРОБКА ТА ШИРОКЕ ПРОМИСЛОВЕ ВПРОВАДЖЕННЯ  
МАШИН І КОМПЛЕКСІВ ВИПУСКУ ТА ДОСТАВКИ  
УРАНОВИХ РУД ПІДЧАС ПІДЗЕМНОЇ ДОБИЧІ**

**Bulat A.F.**, Acad. NASU, D. Sc. (Tech.), Professor  
**Dyrda V.I.**, D. Sc. (Tech.), Professor  
(IGTM NAS of Ukraine)  
**Puhalskiy V.N.**, Ph. D. (Tech.)  
(Western Mining and Processing Plant),  
**Lisitsa N.I.**, Ph. D. (Tech.), Senior Researcher,  
(IGTM NAS of Ukraine),  
**Cherniy A.A.**, M.S (Tech.)  
(DSAEU),  
**Zabolotnaya Ye.Yu.**, M.S. (Tech)  
(IGTM NAS of Ukraine)

## DESIGNING AND WIDESPREAD INDUSTRIAL IMPLEMENTATION OF VIBRATORY MACHINES AND COMPLEXES FOR URANIUM ORE UNDERGROUND MINING AND DELIVERY

**Аннотация.** Рассматриваются проблемы разработки и широкого промышленного внедрения мощных вибрационных машин и комплексов для осуществления циклично-поточной технологии выпуска и доставки ураносодержащих руд при подземной добыче. На базе эластомерных конструкций – упругих подвесок и защитных футеровок – были созданы высокоэффективные горные питатели и комплексы для отработки трёх типов месторождений руды: маломощных и жильных месторождений; отработки залежей средней мощности; отработки мощных рудных залежей. Эластомерные конструкции обеспечили технологический режим работы вибромашин, их заданную долговечность, высокую надёжность и качество в сложных условиях подземной добычи руд. Применение вибрационных машин на выпуске и доставке руды повысило производительность выпуска в 1,5-2 раза, уменьшило в 5-10 раз число зависаний, уменьшило количество взрывов для их ликвидации, снизило запылённость атмосферы, полностью ликвидировало травматизм горнорабочих, уменьшило шум, позволило автоматизировать за счёт дистанционного управления процесс выпуска и доставки руды. В конечном итоге создать поточно-циклическую малоотходную технологию добычи руды.

**Ключевые слова:** малоотходная циклично-поточная технология, вибрационные питатели и комплексы, безопасность труда, выпуск и доставка руды

Месторождения ураносодержащих руд характеризуются чрезвычайно сложной морфологией, значительными глубинами распространения, небольшими запасами отдельных месторождений и весьма сложными горногеологическими и горнотехническими условиями добычи. Их разработка помимо специфики внутрирудничной обстановки наносит труднооценимый в настоящее время ущерб, связанный с загрязнением окружающей среды: прилегающих территорий, ценных сельскохозяйственных угодий, поверхностных и подземных вод [1-3].

На базе широкого круга исследований определена не только оценка загрязнения окружающей среды отходами добычи и переработки руд, но и доказана техническая возможность и экономическая целесообразность создания безотходной технологии добычи и малоотходной технологии переработки, для решения этих проблем необходимо было: во-первых, снизить выход твёрдых отходов добычи, что возможно за счёт уменьшения примешивания вмещающих пород (вторичное разубоживание), а также за счёт сокращения объёма подготовительных нарезных работ; во-вторых, максимально использовать твёрдые отходы для нужд производства. Эти задачи были успешно решены с помощью вибрационной техники.

Применение вибрационных питателей и комплексов на выпуске и доставке руды повысило производительность и интенсивность выпуска в 1,5-2 раза, а вторичное разубоживание свело к нулю. Это привело не только к повышению производительности труда горнорабочих, но и снизило выход пустых пород и забалансовых руд, а также снизило количество хвостов разубоженной рудной массы.

Проведенные исследования свойств пустых пород показали, что они могут быть использованы для бетонных работ в качестве балластировочного ма-

териала и для заполнения выработанного пространства в сыпучем или сцементированном виде. Применение закладки позволило резко снизить ущерб природным ресурсам, предотвратить нарушение земной поверхности и утилизировать отходы производства.

Для осуществления этих работ впервые был разработан и внедрён комплекс вибрационных машин, включающий в себя: вибрационный питатель-перегрузочный пустых пород от проходки горных выработок, вибрационную балластировочную машину, вибрационную шпалоподбивочную машину, виброустройство для подачи пустых пород в выработанное пространство и виброгрохот для сортировки сыпучего материала.

Таким образом, впервые была создана малоотходная (без выдачи отходов на дневную поверхность) технология добычи руды.

При добыче рассматриваемых руд весьма важным вопросом является безопасность труда. Для изоляции горнорабочих от действия пыли и шума была создана специальная кабина. Для ведения работ без постоянного присутствия людей в забое разработана специальная технология, осуществлению которой в значительной мере способствовало применение вибрационной техники. Вибропитатели и комплексы резко увеличили интенсивность выпуска, т.е. уменьшили время нахождения руды в блоке и руднике и ускорили изоляцию обнажённой руды за счёт закладки выработанного пространства. Вибромашин уменьшили в 5-10 раз число зависаний на выпуске и количество взрывов для их ликвидации, а следовательно, существенно уменьшили запылённость атмосферы. И, наконец, надёжная и долговечная конструкция вибромашин позволила полностью ликвидировать травматизм горнорабочих, уменьшить шум и вибрацию и автоматизировать за счёт дистанционного управления процесс выпуска и доставки руды. Такая технология без постоянного присутствия рабочих в забое была внедрена на всех рудниках.

Комплекс технических и технологических решений позволил разработать и поэлементно внедрить в промышленность принципиально новую технологию подземной добычи руд, являющуюся прообразом безлюдной выемки. В этой технологии использованы новые, разработанные авторами, решения: прямой целевой выпуск руды на виброкомплексы КВГС и ПВС, позволяющий уменьшить число зависаний крупнокусковой руды в 15-60 раз; устройство для ликвидации зависаний, автоматизированный пункт погрузки, снижение пыли и налипания руды.

## **1 Разработка и внедрение вибрационных питателей**

**Вибрационные питатели для отработки маломощных и жильных месторождений руды.** Выпуск и погрузка руды при отработке маломощных и жильных месторождений требуют применения вибропитателей с технической производительностью до 600 т/ч и наработкой до капитального ремонта 50-100 тыс. т горной массы. Применяемые при этом системы с мелкошпуровой или шпуровой отбойкой и магазинированием руды практически исключают выход негабаритных, кусков с размерами более 0,6 м. Таким требованиям отвечают вибропитатели, применяемые на выпуске и погрузке горной массы из рудо-

спусков при проходке подэтажных и восстающих выработок. Этим условиям отвечают вибрационные питатели ПВМ-1,0/1,5 и ПВГ-1,0/2,2.

### **Вибрационные питатели для отработки залежей средней мощности.**

Для выпуска и погрузки горной массы при отработке рудных залежей средней мощности с требуемой производительностью 900-1500 т/ч и наработкой 100-500 тыс. т, а также для работы под капитальными рудоспусками с наработкой в этих условиях до 500 тыс.т горной массы разработан и внедрён горный питатель ВПР-4м. В конструкции питателя упругая система выполнена из резиновых и резинометаллических элементов с предварительным сжатием.

Для работы под капитальным рудоспуском с наработкой до 500 тыс.т горной массы технической документацией предусмотрена футеровка днища рабочего органа. Питатель принят Государственной комиссией для серийного изготовления.

### **Вибрационные питатели для отработки мощных рудных залежей.**

Для условий отработки мощных рудных залежей при длине доставки 5,7 и 7,0 м разработаны и внедрены в производство также питатели ПВГ-1,2/5,7 и ПВГ-1,3/7,0. Питатели предназначены для прямого выпуска, руды при выходе негабарита свыше 5 %.

Горные питатели ПВМ-1,0/1,5, ПВГ-1,0/2,2, ПВГ-1,2/3,1 и ПВГ-1,4/4,0 используются также в поверхностных рудоперерабатывающих комплексах и погрузочных пунктах предприятий.

### **Вибрационные питатели для карьеров и поверхностных комплексов.**

Результаты исследований, опыт эксплуатации и внедрения вибрационного питателя ВПР-3М и ПВГ-1,3/7,0 в подземных условиях при выпуске тяжёлых крупнокусковых руд, его высокая работоспособность и надёжность позволили принять его конструкцию за базовую при разработке питателя ВПР-3К, предназначенного для выпуска и погрузки руды, а железнодорожный транспорт карьерных перегрузочных пунктов.

В каждом перегрузочном пункте устанавливаются три питателя, работающие параллельно при загрузке думпкара. Горная масса в бункер ёмкостью 400 м<sup>3</sup> доставляется автотранспортом. Время загрузки железнодорожного состава ёмкостью 1000 т составляет 12-14 минут.

## **2 Разработка и широкое промышленное внедрение секционированных вибрационных питателей**

**Питатели лёгкого типа.** Разработан и внедрён в производство секционированный вибропитатель ПВМ-1,0/2,3, предназначенный для выпуска и погрузки горной массы крупностью до 0,4 м из рудоспусков при проходке подэтажных и восстающих горных выработок при отработке маломощных рудных месторождений слоевой системой и системой с магазинированием, а также при выгрузке сыпучих материалов в поверхностных горноперерабатывающих комплексах. Экономически целесообразно применять питатель при выпуске не менее 10 тыс.т горной массы с одного пункта погрузки. Питатель ПВМ-1,0/2,3 может выполняться в подвесном и опорном вариантах.

Конструктивно секционированный питатель состоит из приводной секции – вибрационного питателя ПВМ-1,0/1,5 и вибрационной платформы, полностью заглублённой под прямой столб выпускаемого материала. Платформа при монтаже секционированного питателя в шахте одним концом свободно укладывается через приводной упругий элемент на борт рабочего органа приводной секции; другим концом платформа шарнирно крепится к торцу добавочной выработки при помощи анкеров, троса и др.

Применение секционированного питателя ПВМ-1,0/2,3 по сравнению с питателем ПВМ-1,0/1,5 (приводной секцией), работающими в одинаковых условиях при одних и тех же параметрах вибрации и потребляемой мощности привода, даёт следующие преимущества: увеличение производительности выпуска и погрузки в 1,4-2 раза; увеличение длины транспортирования в 1,4-1,6 раза; уменьшение количества случаев зависаний выпускаемой горной массы в 2-3 раза. Питатель выпускается серийно.

**Питатели среднего типа.** Питатели среднего типа предназначены для работы в условиях выпуска руды непосредственно из отверстий очистного блока и должны выдерживать значительные статические нагрузки от давления столба руды, а также динамические нагрузки от ведения взрывных работ по оформлению отрезной щели, ликвидации зависаний и дроблению негабаритных кусков. Платформа таких питателей выполнена в виде пластины, уложенной непосредственно на рудный или породный уступ. Приводной секцией могут служить серийно выпускаемые горные питатели ПВГ-1,2/3,1 и ПВГ-1,4/4,0 или другие, специально разработанные для этих условий.

В настоящее время разработаны, испытаны и внедрены в производство два типа секционированных установок: комплекс вибрационный горный секционированный КВГС-1 и вибрационный питатель ПВМ-1,4/7,0.

Вибрационный комплекс КВГС-1 выполнен в виде трёх объединённых в единую технологическую систему вибромеханизмов и предназначен для щелевого выпуска, доставки и догрузки в транспортные средства или рудоспуски горной массы крупностью до 1,1 м при отработке мощных рудных залежей. КВГС-1 целесообразно применять на выпуске не менее 30 тыс.т руды с одной установки при выходе негабаритных кусков около 10 %.

Вибрационный питатель ПВС-1,4/7,0 состоит из приводной секции (питатель ПВГ-1,4/4,0) и платформы переменной жёсткости, уложенной на рудный уступ под углом 20-40° к горизонту. Приводная секция питателя загрузочной части рабочего органа имеет специально установленные буферные амортизаторы типа БРМ.

Промышленными испытаниями установлено, что питатель ПВС-1,4/7,0 повышает эффективность и надёжность процесса выпуска и погрузки, расширяет зону воздействия вибраций на выпускаемый материал и предупреждает зависания крупнокусовой горной массы. Питатель допускает дистанционное управление, снижает себестоимость процесса выпуска и погрузки и рекомендуется для применения в условиях прямого выпуска руды из отверстий очистных блоков большого сечения  $2,2 \times (3,6-4,5) \text{ м}^2$ .

**Питатели тяжёлого типа.** Вибрационный секционированный питатель тяжёлого типа исполнен в виде мощной приводной секции и связанной с ней жёсткой платформы, уложенной на раму через упругие резиновые элементы. Связь между рабочим органом приводной секции и платформой осуществляется через приводной упругий элемент.

Секционированные питатели тяжёлого типа используются в комплексе КВП-1 с вибрационным доставочным конвейером при торцовом выпуске руды системами с гибким разделяющим перекрытием, а также в питателях передвижных вибрационных механизмов КВЦП и КВГП-1, предназначенных для торцового выпуска руды системами поэтажного обрушения.

### **3 Разработка малоотходной ЦПТ руд с учётом охраны окружающей среды**

Мероприятия, направленные на осуществление этой технологии, можно свести к решению двух важных задач: во-первых, снизить выход твёрдых отходов добычи руды и, во-вторых, - максимально использовать эти отходы для нужд производства. Важное место в решении этих задач отводится вибрационным машинам. Снижение выхода твёрдых отходов возможно: за счёт уменьшения примешивания вмещающих пород (вторичное разубоживание) в процессе вибрационного выпуска руды, а также за счёт сокращения объёмов подготовительно-нарезных работ.

Проблема, создания малоотходной и безотходной технологии подземного рудника предусматривает использование пустых пород без выдачи их на поверхность. Изучение физико-механических и технологических свойств этих пород для рудников Украинского региона показало, что они могут быть использованы для бетонных работ, в качестве балластировочного материала и, главное, для заполнения выработанного пространства в сыпучем или цементированном виде, применение закладки позволяет резко снизить ущерб природным ресурсам, предотвратить нарушение поверхности и связанные с этим последствия, а также утилизировать отходы собственного и сопутствующего производств.

На основе выполненных теоретических и конструкторских разработок разработан, испытан в промышленных условиях и частично внедрён в промышленность ряд вибромеханизмов и машин для осуществления малоотходной (без выдачи отходов на поверхность) технологии подземного рудника: вибрационный питатель-перегрузатель пустых пород от проходки горных выработок; вибрационная балластировочная машина; вибрационная шпалоподбивочная машина; виброустройство для подачи пустых пород в выработанное пространство; виброгрохот для сортировки сыпучего материала.

Разработана также схема подземного узла вибросортировки отходов добычи, предусматривающая выделение материалов для закладки камер в несвязанном состоянии (класс +700 мм), в качестве балластировочного материала (класс 70+20 мм), для приготовления бетонов и твердеющих смесей (класс 20 мм). Промышленные испытания и внедрение на рудниках этих машин показали их высокую эффективность и надёжность.

Таким образом, технологические и технические решения позволили создать малоотходную циклично-поточную технологию подземной добычи руд.

Технология с применением вибромашин позволила: резко повысить производительность труда (в 2,5-3 раза); увеличить в несколько раз интенсивность отработки и уменьшить сроки эксплуатации очистных блоков и горизонтов; практически исключить случаи травматизма; механизировать процесс выпуска и погрузки руд и создать условия для осуществления безлюдной выемки; резко улучшить охрану окружающей среды (рисунок 1, рис. 2).

#### **4 Защита человека от агрессивного влияния внешней среды**

Специфическими факторами, вредно влияющими на организм рабочих горнодобывающего производства рассматриваемых рудников являются: наличие в рудничной атмосфере пыли и аэрозолей; выделение радона из отбитой рудной массы и обнажений рудного и породного массива.

Все это вместе ставит перед исследователями проблему создания безлюдной технологии выемки руд. На сегодняшний день можно констатировать факт создания варианта технологии без постоянного присутствия людей в забое. Такая технология обеспечивается либо дистанционным управлением работой забойных машин и механизмов, либо изоляцией горнорабочих от агрессивного влияния внешней среды. Система дистанционного управления процессом выпуска и доставки руды внедрена на всех рудниках. Этому способствовала в первую очередь высокая надёжность вибромашин и их конструктивные особенности, позволяющие автоматизировать процесс выпуска. Здесь необходимо отметить также большую роль вибротехники в оздоровлении рудничной атмосферы и защите человека от действия машин и окружающей среды. Эта роль сводится к следующему: увеличение интенсивности выпуска, т.е. уменьшение времени нахождения отбитой рудной массы в блоке и руднике, а также ускорение изоляции или заполнения закладкой выработанного пространства; число завесаний при вибровыпуске руды и количество взрывов для их ликвидации уменьшилось в 5-10 раз и, следовательно, существенно уменьшилась запылён-



Рисунок 1 – Вибропитатель для выпуска руды из блока



Рисунок 2 – Вибропитатель-грохот под бункером

ность; надёжная конструкция вибромашин позволила полностью ликвидировать травматизм горнорабочих.

Для изоляции горнорабочих разработана и внедрена в промышленность специальная кабина. Для снижения пыления при выпуске руды и предупреждения налипания рудной мелочи на рабочий орган авторами использована резиновая футеровка как вибропитателей, так и рудничных вагонеток, для снижения пыления руды при её транспортировке и подъёме в вагонетках используются покрытия поверхности насыпного груза полимеросвязующим составом.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вибродоставочные комплексы на рубеже веков / Кошик Ю.И., Дудченко А.Х., Авдеев О.К. и др. // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. – 2010. – Вып. 86. – С. 9-34.
2. Вибрационные машины для выпуска и доставки ураносодержащих руд / А.Ф. Булат, В.Н. Пухальский, В.И. Дырда, Ю.И. Кошик, А.Х. Дубченко, Н.И. Лисица // Геотехническая механика. – Межвед. сб. научн. тр. – Вып. 96. – С. 155-162.
3. Булат, А.Ф. Машины и технологии для подземной добычи ураносодержащих руд на базе эластомерных конструкций / А.Ф. Булат, В.И. Дырда, В.Н. Пухальский // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2013. – Вып. 113. – С. 44-53.

### REFERENCES

1. Koshik, Yu.I., Dudchenko, A.Kh. and Avdeev, O.K. (2010), "Vibrodistributing systems on a boundary of centuries", *Geo-technical mechanics*, no. 86, pp. 9-34.
2. Bulat, A.F., Pukhalskiy, V.N., Dyrda, V.I., Koshik, Yu.I., Dubchenko, A.Kh. and Lisitsa, N.I. (2011), "Vibrating machines for output and delivery uranium-containing of ores", *Geo-technical mechanics*, no. 96, pp. 155-162.
3. Bulat, A.F., Dyrda, V.I. and Puhalskiy, V.N. (2013), "Machines and technologies for underground mining uraniumiferous ores on the basis of elastomeric constructions", *Geo-Technical Mechanics*, no. 113, pp. 44-53.

### Об авторах

**Булат Анатолий Фёдорович**, Академик Национальной академии наук Украины, доктор технических наук, профессор, директор института, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАНУ), Днепропетровск, Украина, [office.igtm@nas.gov.ua](mailto:office.igtm@nas.gov.ua)

**Дырда Виталий Илларионович**, доктор технических наук, профессор, заведующий отделом механики эластомерных конструкций горных машин, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАНУ), Днепропетровск, Украина, [vita.igtm@gmail.com](mailto:vita.igtm@gmail.com)

**Пухальский Виктор Николаевич**, кандидат технических наук, главный инженер ВостГОКа, Жёлтые Воды, Украина, [vostgok@email.dp.ua](mailto:vostgok@email.dp.ua)

**Лисица Николай Иванович**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, старший научный сотрудник отдела механики эластомерных конструкций горных машин, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАНУ), Днепропетровск, Украина, [vita.igtm@gmail.com](mailto:vita.igtm@gmail.com)

**Черний Александр Анатольевич**, магистр, старший преподаватель, Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет (ДГАЭУ), Днепропетровск, Украина, [sanek20.1984@gmail.com](mailto:sanek20.1984@gmail.com)

**Заболотная Елена Юрьевна**, инженер, инженер I категории отдела механики эластомерных конструкций горных машин, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАНУ), Днепропетровск, Украина, [vita.igtm@gmail.com](mailto:vita.igtm@gmail.com)

### About the authors

**Bulat Anatoly Fedorovich**, Academician of the National Academy of Science of Ukraine, Doctor of Technical Sciences (D. Sc.), Professor, Director of the Institute, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical



Mechanics under the National Academy of Science of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, [office.igtm@nas.gov.ua](mailto:office.igtm@nas.gov.ua)

**Dyrda Vitaly Illarionovich**, Doctor of Technical Sciences (D. Sc.), Professor, Head of Department of Elastomeric Component Mechanics in Mining Machines, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Science of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, [vita.igtm@gmail.com](mailto:vita.igtm@gmail.com)

**Pukhalsky Viktor Nikolaevich**, Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), Chief Engineer in Eastern Mining and Processing Plant, Jelye Vody, Ukraine, [vostgok@email.dp.ua](mailto:vostgok@email.dp.ua)

**Lisitsa Nikolay Ivanovich**, Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), Senior Researcher, Senior Researcher in Department of Elastomeric Component Mechanics in Mining Machines, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Science of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, [vita.igtm@gmail.com](mailto:vita.igtm@gmail.com)

**Cherniy Alexandr Anatolyevich**, Master of Science, Senior Teacher, Dnepropetrovsk State Agrarian and Economic University (DSAEU), Dnepropetrovsk, Ukraine, [sanek20.1984@gmail.com](mailto:sanek20.1984@gmail.com)

**Zabolotnaya Elena Yur'evna**, Master of Science, First Category Engineer in Department of Elastomeric Component Mechanics in Mining Machines, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Science of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, [vita.igtm@gmail.com](mailto:vita.igtm@gmail.com)

**Анотація.** Розглядаються проблеми розробки та широкого промислового впровадження потужних вібраційних машин і комплексів для здійснення циклічно-поточної технології випуску і доставки урановмісних руд при підземному видобутку. На базі еластомерних конструкцій – пружних підвісок і захисних футеровок – були створені високоефективні гірничі живильники і комплекси для відпрацювання трьох типів родовищ руди: малопотужних і жильних родовищ; відпрацювання покладів середньої потужності; відпрацювання потужних рудних покладів. Еластомерні конструкції забезпечили технологічний режим роботи вібротехніки, їх задану довговічність, високу надійність і якість в складних умовах підземного видобутку руд. Застосування вібраційних машин на випуску та доставці руди підвищило продуктивність випуску в 1,5-2 рази, зменшило в 5-10 разів число зависань, зменшило кількість вибухів для їх ліквідації, знизило запиленість атмосфери, повністю ліквідувало травматизм гірників, зменшило шум, дозволило автоматизувати за рахунок дистанційного керування процес випуску і доставки руди. Зрештою створити поточно-циклічну маловідходну технологію видобутку руди.

**Ключові слова:** маловідходна циклічно-поточна технологія, вібраційні живильники і комплекси, безпека праці, випуск та доставка руди

**Abstract.** Problems of designing and widespread industrial implementation of powerful vibratory machines and complexes are considered in terms of realization of cyclic-flow technology for underground uranium-bearing ore mining and delivery. On the basis of elastomeric structures – elastic suspensions and protective linings – high-performance feeders and complexes were created for mining three types of ore deposits: thin and vein deposits; deposits of middle thickness; and thick deposits. Elastomeric structures have provided a proper technological mode of vibratory machine operation with specified life, and have proved their high reliability and quality while operating in difficult conditions of the ore underground mining. The vibratory machines used for the ore mining and delivery have increased mining productivity by 1.5-2 times; reduced the ore bridging by 5-10 times and, consequently, cut number of explosions for liquidate the bridging; reduced dust content in the atmosphere; totally eliminated injuries of miners; diminished noise level; and, thanks to the remote control, made possible to automatize a process of the ore mining and delivery. And, finally, they have made possible to create a cyclic-flow low-waste technology for the ore mining.

**Keywords:** low-waste cyclic-flow technology, vibratory feeders and complexes, labor safety, ore mining and delivery

*Стаття поступила в редакцію 11.03.2015*

*Рекомендовано к печати д-ром техн. наук В.П. Надутым*

УДК 621.001.25

**Кобець А.С.**, д-р екон. наук, професор,  
**Улексін В.О.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Мельниченко В.І.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Яцук В.М.**, аспірант  
(ДДАЕУ)

### **ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ДИЗЕЛЯ ПРИ ВИКОРИСТАННІ БІОПАЛИВА**

**Кобець А.С.**, д-р екон. наук, професор,  
**Улексін В.А.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Мельниченко В.И.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Яцук В.М.**, аспірант  
(ДГАЭУ)

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ДИЗЕЛЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОТОПЛИВА**

**Kobets A.S.**, D. Sc. (Ec.), Professor,  
**Uleksin V.O.**, Ph. D. (Tech.), Associate Professor,  
**Melnychenko V.I.**, Ph. D. (Tech.), Associate Professor,  
**Yatsuk V.M.**, Doctoral Student  
(DSAEU)

### **STUDY OF A DIESEL ENGINE PERFORMANCE AT USING A BIOFUEL**

**Анотація.** Метою даної роботи є визначення показників роботи дизеля Д-65Н на соєвій олії. Дослідження виконувались в лабораторії Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету; в якості біопалива використовувалась соєва олія, виготовлена на власному виробництві агрофірмою ТОВ «Приват-Альянс». Приведені характеристика холостого ходу і зовнішня швидкісна характеристика дизеля Д-65 при роботі на соєвій олії. Виконано порівняння з аналогічними характеристиками при роботі дизеля на стандартному дизельному паливі. Визначено вплив біологічного палива на потужністі, екологічні та інші основні показники дизеля на різних характерних режимах роботи. Одержані такі результати: при роботі дизеля без навантаження на 100 % соєвій олії годинна витрата палива збільшується на 0,31-1,36 кг; димність дизеля зменшується, а тиск в системі змащення зменшується на 0,1 МПа; при роботі дизеля на 100 % соєвій олії з навантаженням в робочому діапазоні кількостей обертів колінчатого вала димність відпрацьованих газів зменшується на 18 %, зменшується ефективна потужність двигуна і ефективний крутний момент, а годинна і ефективна витрати палива збільшуються.

**Ключові слова:** біопаливо, дизельне паливо, дизель, характеристика холостого ходу, зовнішня швидкісна характеристика, потужність, крутний момент, годинна витрата палива, ефективна питома витрата палива, оптична щільність (димність) відпрацьованих газів

**Вступ.** Одним із способів поліпшення показників роботи дизеля і зменшення витрат палива нафтового походження є застосування біопалива (БП) або сумішей БП з дизельним паливом (ДП) [1, 2].

При проведенні огляду літературних джерел [1, 3] та випробовувань дизеля Д-65Н [3, 4] встановлено, що застосування сумішей з різним процентним