УДК 622.646:
622.34:
621.928.23

В.И. Ляшенко, В.З. Дятчин, В.П. Франчук

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ РУДНЫХ МАТЕРИАЛОВ. Сообщение 2*

Представлены технические средства производства Украины для добычи и переработки рудных материалов. Описаны шахтные и бункерные вибропитатели, вибрационные питатели-грохоты и новые конструкции просеивающих поверхностей к ним, а также устройства для ликвидации налипаний в бункерах. Приведены новые научные и практические результаты исследований по обоснованию усовершенствованных вибромашин для вспомогательных горных работ, включая: доставочно-балластировочной ВДБУ-3,0 и шпалоподбивочной УШПВ-750ЭГ с электрогидравлическим приводом передвижения их по рельсам. Предложена новая математическая модель процесса подбивания и способ усовершенствования шпалоподбивочного механизма, который позволит повысить производительность шпалоподбивочной вибрационной установки. Рассмотрены научные и практические результаты создания нового вибрационного комплекса доставочно-балластировочной и шпалоподбивочной машины, позволяющей снизить на 15% энергоемкость дробления, уменьшить изнашиваемость рабочих поверхностей дробилки. Показано, что строительство перегрузочных пунктов осуществляется без дополнительной подготовки целика рабочего уступа. Эксплуатационная емкость склада выбирается в пределах 15–25 тыс. м^3 горной массы. при использовании на погрузке в железорудные вагоны экскаваторами ЭКГ-8И при суточной производительности до 5000 м^3 запас склада является 3-х – 5-ти суточным.

Ключевые слова: новые технические средства, доставочно-балластировочная и шпалоподбивочная машина, грохочение, коксовая мелочь, эффективность.

Актуальность проблемы

Усложняющиеся горно-геологические и горнотехнические условия отработки месторождений при одновременном возрастании объемов добычи обуславливают необходимость применения надежных машин и механизмов, обеспечивающих повышенную концентрацию и интенсификацию всех процессов добычи полезного ископаемого подземным способом. Одним из важнейших технологических процессов при от-

* Статью на эту тему смотри в ГИАБ № 6 2016 г., с. 33–49.

ISSN 0236–1493. Горный информационно-аналитический бюллетень. 2017. № 4. С. 23–41.
© 2017. В.И. Ляшенко, В.З. Дятчин, В.П. Франчук.

работке рудных месторождений является выпуск отбитой горной массы из очистного пространства, доставка и погрузка ее в транспортные средства; их трудоемкость составляет в среднем 25–50% от всех трудовых затрат по системе разработки [1–3]. Наиболее перспективным является выпуск горной массы с применением вибрационных машин, интенсивно воздействующих на выпускаемый материал, снижающих количество зависаний и увеличивающих производительность процесса. Существующие конструкции вибрационных машин характеризуются значительным диапазоном параметров, различными кинематическими и динамическими схемами, однако они не обеспечивают высокую производительность и надежность процесса выпуска и погрузки. Поэтому развитие технических средств для горнодобывающей и перерабатывающей промышленности на основе обоснования новых параметров и разработки конструкций шахтных и бункерных вибропитателей, вибрационных питателей-грохотов, просеивающих поверхностей к ним, устройств для ликвидации налипаний в бункерах и пунктов перегрузки горной массы в карьерах, обеспечивающих повышение производительности, надежности и снижение удельной энергоемкости выпуска и погрузки горной массы, внедрения доставочно-балластировочных и шпалоподбивочных машин и комплексов грохочения для коксовой мелочи , а также создание и промышленное освоение параметрического ряда таких машин, являются важными научными и практическими задачами [4–8].

Вибрационные питатели горные типа ПВГ

Предназначены для выпуска горной массы из блоков, рудоспусков и бункеров и погрузки ее в транспортные средства (шахтные вагонетки, автосамосвалы, конвейеры и др.). Обеспечивают дистанционное управление процессом выпуска и

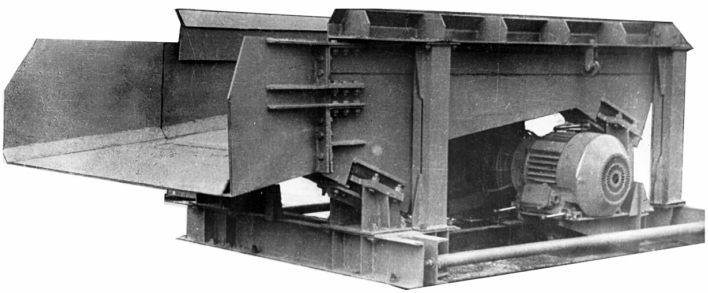

Рис. 1. Питатель вибрационный ПВГ-1,2/3,1 (общий вид)

Таблица 1

Техническая характеристика вибрационных горных питателей

Показатели	**Прямой выпуск руды из блока**		**Выпуск руды из блоков и капитальных рудоспусков**		**Выпуск руды из рудоспусков и бункеров**		
	ПВС-1,4/7,0	**ПВГ-1,3/7,0**	**ПВГ-1,4/4,0**	**ПВГ-1,2/3,1**	**ПВМ-1,0/2,3**	**ПВГ-1,0/2,2**	**ПВМ-1,0/1,5**
Производительность, т/ч	600–1000	900–1500	1500–2000	800–1000	250–350	400–600	150–250
Длина транспортирования, м	1,5	6,9	4,0	3,0	2,4	2,2	1,5
Ширина лотка, м	1,4	1,2	1,4	1,2	1,0	1,0	1,0
Частота колебаний, Гц	16	16	16	16	47	16	47
Вынуждающая сила, кН	95–120	130–180	95–120	55–80	16–30	28–38	16–30
Мощность привода, кВт	22	27	22	17	1,5	7,5	1,5
Габаритные размеры, м длина ширина высота	 7,3 1,8 1,5	 7,1 1,7 1,2	 4,2 1,8 1,3	 3,2 1,5 1,0	 2,3 1,2 0,6	 2,3 1,4 0,8	 1,5 1,2 0,5
Масса, кг	4750	1100	5610	2120	425	1000	320

погрузки, снижают частоту зависаний сыпучего материала в емкости, допускают дробление негабаритных кусков на днище рабочего органа массой взрывчатого вещества до 200 г. Находят применение на предприятиях горнорудной, химической, угольной и строительной промышленностей (рис. 1, табл. 1).

Вибрационные бункерные питатели типа ПВБ и ЖВБ

Предназначены для работы на поверхностных комплексах шахт и обогатительных фабрик обогащения руд и угля, на дро-

Таблица 2

Техническая характеристика бункерных вибропитателей

Показатели	ПВБ-0,8/2,0	ПВБ-1,2/2,4	ПВ-1,2/2,2	ЖВБ-0,8/2,0
Производительность, т/ч	50–90	150–300	150–300	45–90
Длина транспортирования, м	2,0	2,4	2,2	1,9
Частота колебаний, Гц	16	16	16	16
Вынуждающая сила, кН	7,7–11,2	18–23	18–23	5–8
Габаритные размеры, м длина ширина высота	 2,01 1,25 0,83	 2,6 1,45 1,00	 2,6 1,45 1,0	 1,87 1,16 0,86
Масса, кг	530	670	670	470

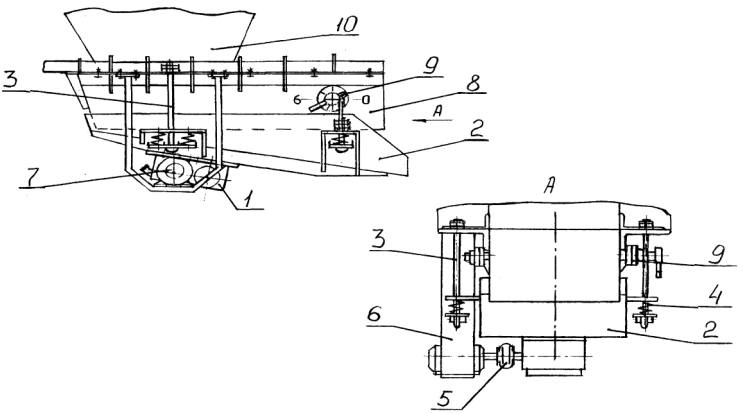

Рис. 2. Питатель вибрационный бункерный ЖВБ-0,8/2,0: 1 – вибровозбудитель; 2 – лоток; 3 – тяга; 4 – пружина; 5 – муфта; 6 – рама двигателя; 7 – двигатель; 8 – воронка; 9 – барабан; 10 – бункер

бильно-сортировочных комплексах и фабриках приготовления щебня и других строительных материалов. Вибропитатель ЖВБ с инерционным приводом позволяет производить плавное регулирование производительности без остановки его работы и выпущен взамен вибропитателя с электромагнитным приводом 196А-ПТ производства завода «Электровибромашина» (г. Цхинвали, Грузия) (рис. 2, табл. 2).

Вибрационные питатели-грохоты типа ПГВ и ГПВ

Предназначены для грохочения скальных абразивных материалов и совмещают операции выпуска и доставки (рис. 3). Используются взамен пластинчатого питателя в дробильно-сортировочных комплексах шахт и фабрик, на перегрузочных пунктах карьеров. Обеспечивают высокую производительность и эффективность грохочения за счет пространственных колебаний рабочего органа (табл. 3). Стесненные условия обслуживания питателя на выпуске горной массы обусловили установку двухвального вибровозбудителя направленных колебаний плоскостью осей валов параллельно днищу грузонесущего органа. Воздействие дебалансных масс вибропривода в таком исполнении на рабочий орган питателя заключается в создании направленной гармонической силы и дополнительного крутящего момента ($M_{кр}$), величина которого определяется из выражения:

$$M_{кр} = \frac{P}{2}\rho_1 \cos\alpha\,, \qquad (1)$$

где P – вынуждающая сила вибровозбудителя, кг; ρ_1 – межцентровое расстояние валов вибровозбудителей, м; α – угол направления колебаний, град.

Пространственные колебания грохота получены от двух разнонаправленных вынуждающих сил, приложенных в двух

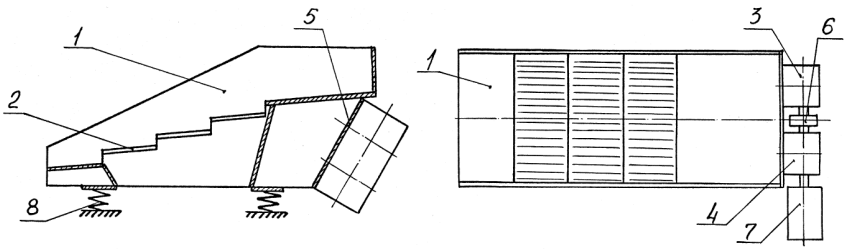

Рис. 3. Питатель-грохот вибрационный (схема сборки): 1 – короб; 2 – просеивающая поверхность; 3, 4 – вибровозбудители; 5 – плита; 6 – муфта; 7 – электродвигатель; 8 – упругая опора

Таблица 3

Техническая характеристика питателей-грохотов

Показатели	ГПВ-100	ГПВ-350	ПГВ-40/400	ПГВ-200/400
Производительность, т/ч	500	1000	400	400
Длина транспортирования, м	4,0	5,0	2,5	5,0
Просеивающая поверхность: длина, м ширина, м ширина щели, мм	 1,9 1,2 70–100	 2,3 1,2 300–350	 1,57 1,2 15–25	 1,9 1,4 165–230
Мощность привода, кВт	7,5	10	2x5,5	2 x 15
Габаритные размеры, м длина ширина высота	 4,1 1,77 1,15	 5,8 2,5 1,7	 2,74 1,74 1,2	 5,0 3,15 2,24
Масса, кг	2875	7000	3050	8300

точках по ширине рабочего органа. Расстояние между точками приложения вынуждающих сил (B_1), а также ширина рабочего органа (B) и его длина (L) находятся в соотношении:

$$B_1 = 0,5B; L = 3B \text{, м.} \qquad (2)$$

Просеивающая поверхность представляет собой набор эластичных решеток с щелевидными отверстиями. Решетки закрепляются на коробе, образуя каскадную рабочую поверхность. Эффективность грохочения материала (η) авторы определяли по формуле:

$$\eta = \frac{100(b-c)}{b(100-c)}100, \ \% \text{ ,} \qquad (3)$$

где b, c – соответственно, содержание подрешетного продукта в исходном питании и в надрешетном (определяются путем просеивания части исходного материала и материала на выходе), кг.

Для средне- и крупнокускового материала рекомендуется каскадная колосниковая просеивающая поверхность с криволинейным профилем каскадов относительно продольной оси рабочего органа грохота. В результате аналитического обоснования определены эффективные размеры щелей и параметры профиля колосников при угле раствора щели 3–4°:

$$m = 0,6d; \ n = (0,8–1)d \ L_к = 2,5d. \qquad (4)$$

Здесь m и n – начальная и конечная ширина щели, м; d – диаметр отсеиваемого куска, м; $L_к$ – длина колосника, м.

Кроме того определено, что радиусы кривизны колосников ($R_к$) и ($r_к$) находятся в соотношении

$$R_к = (4{,}5 - 5{,}5)r_к, \qquad (5)$$

где $R_к$ и $r_к$ – радиусы кривизны, соответственно, загрузочной и разгрузочной части колосника, м.

Новые научные и практические результаты работ по созданию и внедрению вибрационных питателей-грохотов (ГПВ-350, ГПВ-100, ПВГ-40/400, ПВГ-200/400) на горных предприятиях Украины, Балаклавского рудоуправления, ОАО «Приаргунское горно-химическое объединение» и ПО «Уралзолото» (РФ).

Просеивающие поверхности к вибрационным грохотам и питателям-грохотам

Выполнены каскадными с криволинейным профилем каскадов, кривизна которых увеличивается в сторону движения материала для повышения эффективности грохочения и увеличения надежности сита при разделении на классы крупности скального абразивного материала (рис. 4).

Литые колосниковые стальные решетки. Собираются из отдельных секций на поперечных балках виброгрохотов ГИТ и ГИЛ и крепятся к балкам хомутами. Предназначены для разделения материала на классы крупности ±350 мм, ±200 мм, ±100 мм, ±70 мм. Обеспечивают эффективность грохочения 90–95% и повышают надежность сита в 3–4 раза.

Сварные каскадные колосниковые решетки. Предназначены для грохочения угля, щебня и других строительных материалов на классы ±70 мм, ±50 мм, ±40 мм. В плане отверстия решетки имеют вид щелей, расширяющихся в сторону движения мате-

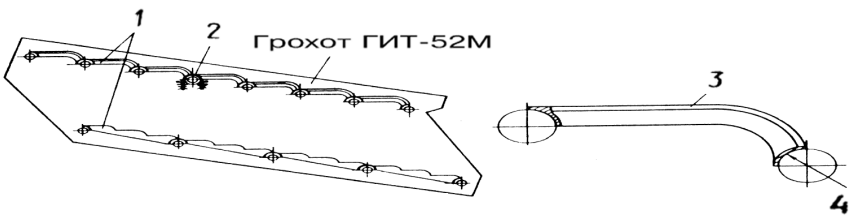

Рис. 4. Просеивающая поверхность грохота с криволинейным профилем колосника: 1 – колосниковые решетки; 2 – хомут; 3 – колосник; 4 – опорная площадка

риала. Повышают эффективность грохочения на 20–25%, исключают заклинивание кусков материала в щелях.

Резиновые решетки с эллиптическими отверстиями и криволинейными выступами на рабочей поверхности. Предназначены для отделения материала крупностью 40 мм и 20 мм. Криволинейные выступы обеспечивают ориентацию не просеявшихся кусков материала в отверстия, способствуют повышению эффективности грохочения на 20–25% и увеличению надежности сита в 3–4 раза.

Питатели изготовляются на ремонтно-механических заводах горнорудных предприятий (шахты ОАО «Кривбасжелезорудком» и ГП « ВостГОК» (Украина), ПО «Уралзолото» (РФ) и др. Опыт эксплуатации вибрационных горных питателей показал их высокую производительность, экономичность и эффективность [11, 12]. Новые конструкции просеивающих поверхностей, предназначенных для разделения материала на различные классы крупности изготовлены на предприятиях ГП «ВостГОК» и внедрены на горнорудных предприятиях Украины, Российской Федерации, Казахстана и др.

Устройства для ликвидации сводов равновесия и налипаний материала в бункерах

Разработано несколько конструкций бункерных устройств, учитывающих физико-механические свойства материала и конструкторские особенности бункеров, которые могут применяться самостоятельно или в комбинации друг с другом. В частности:

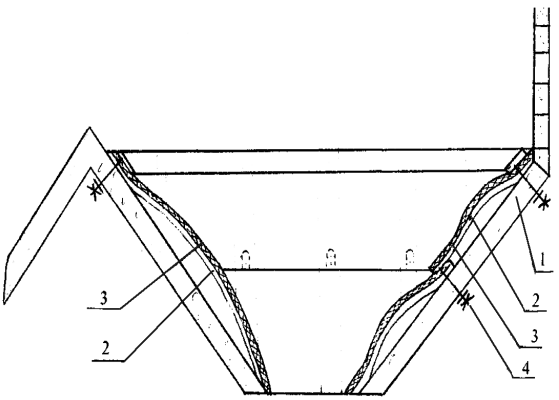

Рис. 5. Устройство для ликвидации сводов равновесия и налипаний материалов в бункерах: 1 – планка; 2 – упругая пластина; 3 – резиновая лента; 4 – крепление

установка дополнительных подвижных стенок в бункере с приводом от вибровозбудителя, пневмоцилиндра или пневмобаллонов; устройство для рыхления трудносыпучих слежавшихся материалов при помощи бурофрезы с раздвижными рыхлителями; очистка стенок бункеров при помощи вибрирующих скребков; футеровка стенок бункера конвейерными лентами и создание бегущей волны на поверхности футеровки; ликвидация сводов равновесия с помощью вибрирующих штанг или решетки (рис. 5).

Комплекс грохочения и подачи коксовой мелочи в дробилку

Основной причиной переизмельчения коксовой мелочи является попадание в дробилку мелкой фракции материала 0–3 мм. Для исключения указанного недостатка необходимо отсеивать мелкую фракцию кокса при выпуске его из бункера и подавать в дробилку только крупные куски. Отсеянную коксовую мелочь необходимо подавать на нижний ленточный конвейер, минуя дробилку, соединив ее с дробленным материалом, полученным после прохождения его через дробилку. Исходя из требований

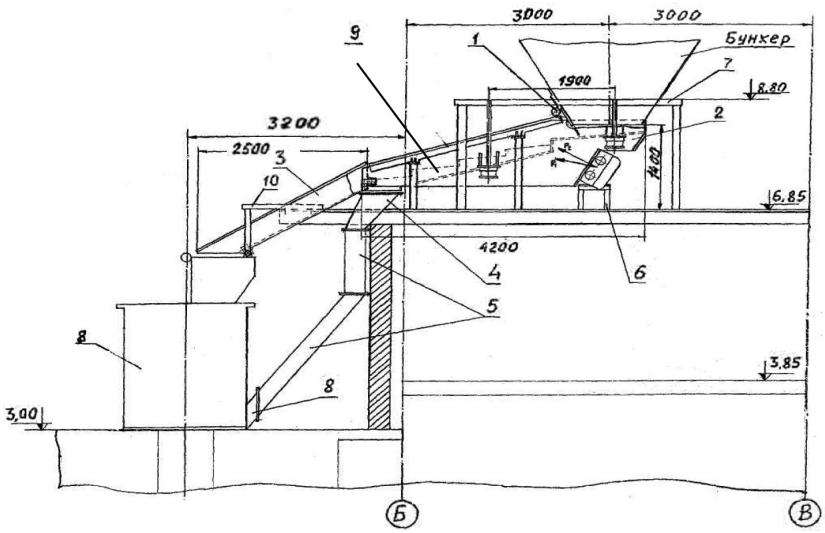

Рис. 6. Комплекс грохочения и подачи коксовой мелочи в дробилку: 1 – механизм регулирования слоя материала; 2 – вибрационный питатель-грохот ПГВ-3/15; 3 – вибролоток; 4 – приемное устройство; 5 – устройство доставки подрешетного продукта; 6 – опорная рама электродвигателя; 7 – опорная рама питателя-грохота; 8 – дробилка; 9 – укрытие; 10 – кронштейн; Б, В – обозначение осей корпуса дробления

технологического процесса в корпусе дробления кокса (производительность питания дробилки – 15 т/ч, крупность дробленого кокса – 3 мм, его влажность в бункере – до 17%) разработан новый комплекс механизмов для выпуска материала из бункера, отсева мелкой фракции (0–3 мм), сбора ее и подачи на нижний конвейер, а также формирование потока крупной фракции и подачи ее в дробилку (рис. 6).

Созданный вибрационный комплекс приготовления коксовой мелочи установлен в корпусе дробления Криворожского металлургического комбината (ОАО «Арселор Миттал Кривой Рог») и внедрен с положительными результатами работы. Так, приемное устройство подрешетного продукта с наклонными внутренними площадками и с наклонным днищем доставочного устройства снижает переизмельчение мелкой фракции материала и обеспечивает самотечное движение потока подрешетного продукта в приемный конвейер дробленого материала; вибролоток для подачи крупных кусков кокса в дробилку снижает износ рабочей поверхности лотка за счет движения материала по нему с подбрасыванием и уменьшает металлоемкость конструкции [13, 14].

Вибрационная доставочно-балластировочная установка ВДБУ-3,0

Строительство шахтных рельсовых путей включает такие технологические операции, как подготовку основания выработки

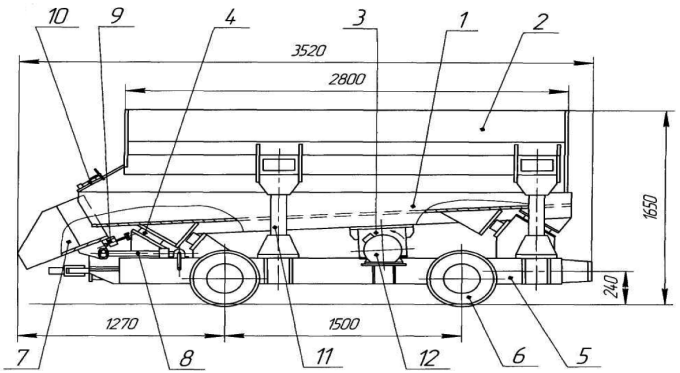

Рис. 7. Вибрационная доставочно-балластировочная установка ВДБУ-3,0: 1 – лоток; 2 – бункер; 3 – вибровозбудитель; 4 – упругая опора; 5 – несущая рама; 6 – колесная пара; 7 – разгрузочная течка; 8 – механизм подъема-опускания течки; 9 – привод поворота бортов течки; 10 – фиксатор течки; 11 – опорная стойка; 12 – электродвигатель

(почвы), подсыпку и разравнивание балластного материала, укладку шпально-рельсовой решетки, подбивку балласта под шпалы, контроль профиля и колеи рельсового пути и др. Доставка балластного материала к месту укладки или ремонта рельсового пути в настоящее время осуществляется погрузочно-доставочными машинами (ПД) или шахтными вагонетками с донной разгрузкой материла с последующим разравниванием и распределением его по ширине выработки лопатами вручную. Такой процесс сдерживает производительность рассыпки балластного материала на почву и снижает точность толщины его слоя. При выгрузке материала из шахтной вагонетки через донную щель происходят частые заклинивания и зависания кусков балласта, на ликвидацию которых затрачивается время (рис. 7).

Ручное подбивание балластного материала обуславливает неравномерность процесса, что приводит к снижению качества укладки рельсовых путей. В настоящее время для шахты «Новоконстантиновская» ГП «ВостГОК» (Украина) [10, 11] разработана вибрационная доставочно-балластировочная установка ВДБУ-3,0 с электроприводом. Усовершенствованная установка по сравнению с балластировочным питателем ПВП-2,5 выполнена с увеличенным до 3 м^3 объемом бункера, оснащена фиксатором течки в транспортном положении, механизмом поворота бортов течки, пневмопривод вибровозбудителя заменен на электропривод. Создание балластировочной машины на базе вибропитателя, установленного на платформу с колесными парами, позволит осуществлять разгрузку материала на почву с торцовой передней части машины за счет вибрации, создаваемой вибровозбудителем. При этом исключаются зависания и заклинивания материала в бункере, осуществляется дозированная разгрузка, а конструкция разгрузочной течки позволяет регулировать рассыпку материала по ширине рельсового пути. Техническая характеристика вибрационной установки приведена в таблице. Принцип работы установки заключается в создании направленных колебаний лотка от вибровозбудителя с круговой вынуждающей силой и наклонно установленных упругих опор, на которые опирается лоток. Направленная вынуждающая сила вызывает поступательное движение материала по наклонному днищу лотка в разгрузочную сторону. При опускании течки и вибрирующем лотке, находящийся на нем материал начнет высыпаться из бункера. Для равномерной подсыпки балластного материала на шпальную решетку установка в процессе разгрузки должна медленно перемещаться по рельсам противоположно движению

потока сыпучего материала. Регулировка фронта рассыпки материала по ширине осуществляется поворотом бортов течки.

Шпалоподбивочная вибрационная УШПВ-750ЭГ

Принцип работы заключается в использовании вибрации, полученной от самобалансного вибровозбудителя, устройств схождения подбоек и возврата их в исходное положение для уплотнения материала под шпалами путем обжатия и динамического воздействия вибрирующих подбоек при погружении в материал. Подбивание материала под шпалы производится в следующей последовательности. Исходное положение – установка подбойками установлена напротив шпалы. Ручным тормозом установка фиксируется от смещений, а гидроцилиндрами подвижная рама, перемещаясь по направляющим, опускается вниз. В это время виброприводъ должен быть включен. При опускании вибрирующих подбоек, они, обкатываясь по отклоняющим роликам и погружаясь в балластный материал, начинают сходиться к шпале, уплотняя материал под ней. Прижимные подпружиненные ролики при схождении подбоек отклоняются к

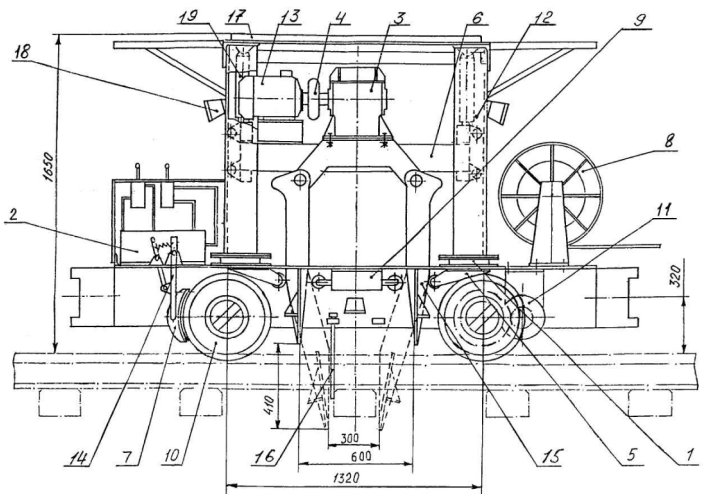

Рис. 8. Шпалоподбивочная установка УШПВ-750ЭГ с электрогидроприводом: 1 – амортизатор; 2 – гидробак; 3 – вибровозбудитель; 4 – муфта; 5 – ролик отклоняющий; 6 – рама подвижная; 7 – колодка тормозная; 8 – катушка; 9 – ролики прижимные; 10 – колесная пара; 11 – гидромотор; 12 – рама направляющая; 13 – электродвигатель; 14 – привод тормоза; 15 – подбойка; 16 – указатель шпалы; 17– крыша; 18 – фара; 19 – гидроцилиндр

оси симметрии установки и, сжимая пружины, находятся в постоянном контакте с подбойками. После погружения подбоек в балластный материал гидроцилиндрами осуществляется подъем подвижной рамы с подбойками, при этом пружины прижимных роликов, разжимаясь, возвращают подбойки в исходное положение (рис. 8).

После подъема подвижной рамы в верхнее положение вибропривод отключается, а тормозом освобождают установку от фиксации. Затем включают гидромотор, который через редуктор приводит во вращение одну из колесных пар и установка перемещается к следующей шпале. После контакта указателя со шпалой выключается гидромотор и устройство останавливается.

Операции подбивки балластного материала под шпалу повторяются. Дальнейшие исследования шпалоподбивочной вибрационной установки были направлены на достижение условий повышения крутящего момента подбойки, погружаемой в балластный материал, позволивший повысить эффективность подбивания балластного материала под шпалы. Для достижения данной цели была принята новая кинематическая схема взаимодействия профилированной рабочей поверхности подбойки с отклоняющим роликом. Если в первом варианте отклоняющий ролик располагался ниже оси вращения подбойки *O*, то в новом варианте отклоняющий ролик размещен над осью вращения подбойки и профилированная рабочая поверхность подбойки выполнена в верхней ее части. Такая схема силового нагружения при опускании подбоек способствует увеличению плеча *p* приложения отклоняющей реактивной силы *R*, возникающей при контакте отклоняющего ролика с профилированной рабочей поверхностью подбойки, и повышению ее крутящего момента [15, 16]. Крутящий момент относительно шарнира подвески подбойки (*M*) представлен на рис. 9 определяться по формуле

$$M = R \cdot p = \frac{P}{\sin\left(\mu - \alpha_1 + \alpha_2\right)} \times \frac{\left(a_0 + x\right) \cdot \sin\left(90 - \mu + \alpha_1\right)}{\cos\alpha_1}, \quad (6)$$

где R – реактивная сила, кг; P – движущая сила действующая на подбойку, кг; p – плечо приложения реактивной силы, м; a_0 – расстояние между точками O и $Д_0$ по вертикали в исходном положении, м; x – перемещение отклоняющего ролика от точки $Д_0$ к точке $Д$ параллельно оси ox, м; μ – угол наклона касательной к направляющей поверхности подбойки в точке опирания на каток, град; α_1 – угол наклона прямой, соединя-

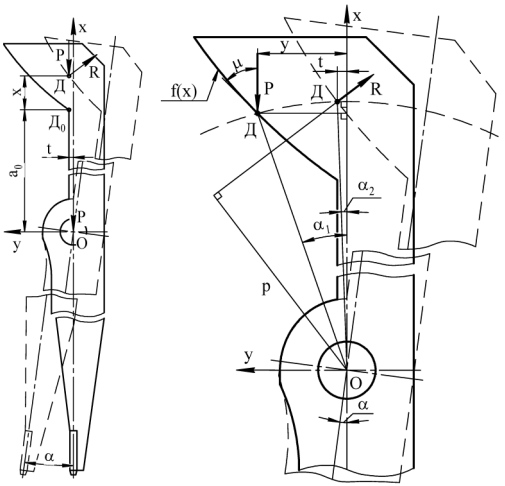

Рис. 9. Схема силового нагружения подбоек (другие обозначения в тексте)

ющей центр системы координат *хоу* с точкой опирания на отклоняющий ролик к оси *ох* в исходном положении подбойки, град.; α_2 – угол наклона прямой, соединяющей центр системы координат хоу с точкой опирания на отклоняющий ролик к оси *ох* после процесса поворота подбойки, град.

Вынуждающая сила вибровозбудителя ($P_в$) определяется по формуле

$$P_в = Am_{гр}\omega^2, \text{ Н}, \tag{7}$$

где A – амплитуда колебаний, м; ω – круговая частота вынужденных колебаний, $с^{-1}$; g – ускорение дебалансных масс (g = = 981 м/$с^2$); $m_{гр}$ – масса дебалансных грузов, Н.

Усовершенствованные шпалоподбивочная и доставочно–балластировочная установки могут использоваться на горнорудных и угольных шахтах Российской Федерации, Украины (Кривбасс, ЧАО «ЗЖРК», Донбасс и др.), Казахстана и других стран СНГ, способствуя снижению ручного труда, повышению производительности и качества путеукладочных работ.

Пункт перегрузки горной массы в карьере

Предназначен для перегрузки массы в комбинированной схеме автомобильно-железнодорожного транспорта карьеров и аккумулирования скальной горной массы в склады без применения на его формирование передвижного карьерного оборудования (рис. 10).

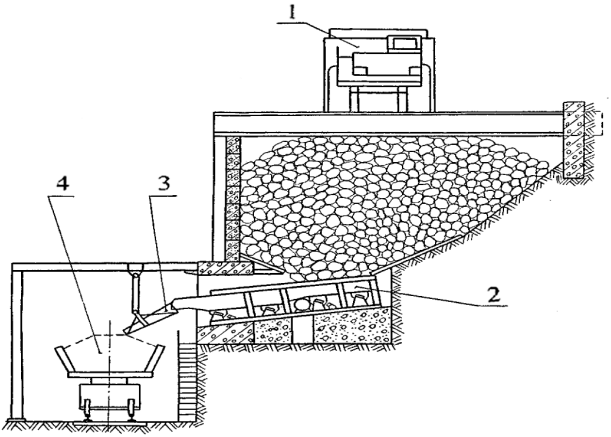

Рис. 10. Перегрузочный пункт руды с вибропитателями ВПР-3К (карьерный вариант): 1 – автосамосвал; 2 – вибропитатель; 3 – затвор; 4 – думпкар

Позволяет осуществлять формирование аккумулирующих складов без применения бульдозеров и снизить капитальные и эксплуатационные затраты на перегрузочных работах в карьере при комбинированном автомобильно-железнодорожном транспорте. Ориентировочный годовой экономический эффект на 1 перегрузочный пункт составит не менее 500 тыс. гривен [17].

Таким образом, рассмотренные машины и механизмы отличаются простотой конструкции, высокой надежностью в работе и низкой стоимостью в изготовлении.

Разработчик технической документации – ГП «УкрНИПИИпромтехнологии» (г. Желтые Воды); Изготовители: Криворожский рудоремонтный завод (КЦРЗ, г. Кривой Рог); Ремонтно-механический завод (РМЗ) ГП «ВостГОК» (г. Желтые Воды); Ремонтно-механические мастерские (РММ) карьеров, шахт и обогатительных фабрик и др. [7–17].

Выводы

1. Минимальная удельная энергоемкость выпуска и погрузки одной тонны горной массы при максимальном значении производительности обеспечивается при частотах вынужденных колебаний системы $\omega = 15{,}5–17{,}5$ Гц.

2. Применение двухвального инерционного вибровозбудителя направленных колебаний со смещенными дебалансами позволяет увеличить свободное пространство под рабочим органом и повысить производительность питателя на 30–35%.

3. Упругая система питателя с буферным амортизатором, установленным в направлении действия вынуждающей силы, увеличивает грузонесущую способность, снижает потребляемую мощность при переходных процессах и увеличивает техническую производительность питателя в 1,15–1,25 раза без дополнительного увеличения мощности.

4. Производительность грохочения на питателях-грохотах типа ГПВ-100 и ПВГ-40/400 при изменении направления вынуждающих сил вибровозбудителей увеличилась в 1,5 раза. Рациональные углы колебаний составляют $\beta_1 = 45°$ и $\beta_2 = 15°$.

5. Новые конструкции питателей-грохотов и просеивающих поверхностей позволили увеличить эффективность грохочения материала на 20–25%, производительность – на 12–15% и износостойкость сита – в 3–4 раза за счет изменения и удлинения траектории движения кусков материала по ситу, исключения заклинивания их в просеивающих отверстиях, переориентирования (переворачивания) крупных кусков в процессе движения их по криволинейной рабочей поверхности.

6. Применение новых конструкций бункерных устройств позволит: механизировать процесс ликвидации сводообразований в бункере и очистку его стенок от налипшего материала; повысить производительность выпуска материала в 2–3 раза; снизить трудоемкость процесса.

7. Строительство перегрузочных пунктов осуществляется без дополнительной подготовки целика рабочего уступа. Эксплуатационная емкость склада выбирается в пределах 15–25 тыс. $м^3$ горной массы при использовании на погрузке в железорудные вагоны экскаваторами ЭКГ-8И при суточной производительности до 5000 $м^3$ запас склада является 3-х – 5-ти суточным.

8. Эффективность работы питателя-грохота с пространственными колебаниями рабочего органа, создаваемыми двумя разнонаправленными вынуждающими силами, приложенными в двух точках на расстоянии друг от друга, равном 0,5 ширины рабочего органа, повышается на 15%.

Работа выполнена по материалам доклада с участием авторов на XXIV-ой Международной научно-практической конференции «КАЗАНТИП-ЭКО-2016», «Инновационные пути решения актуальных проблем базовых отраслей, экологии, энерго- и ресурсосбережения». – ГП «УкрНТЦ «Энергосталь». – г. Харьков (Украина). НТМТ. Июнь 2016 г.

В работе принимали участие И.К. Поддубный, А.Х. Дудченко, А.Г. Скотаренко, А.А. Ткаченко и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Потураев В. Н.*, *Дырда В. И.*, *Поддубный И. К. и др.* Вибродоставочные комплексы в технологиях разработки рудных месторождений / Под ред. В. И. Белоброва. – К.: Наукова думка, 1989. – 167 с.

2. *Штокман И. Г.*, *Мухопад Н. Д.* Транспорт при строительстве подземных сооружений и шахт. – М.: Недра, 1970. – 232 с.

3. *Подземный* транспорт шахт и рудников: Справочник / Под общ. ред. Г. Я. Пейсаховича, И. П. Ремизова. – М.: Недра, 1985. – 565 с.

4. *Горные* машины для добычи руд / Отв. ред. А. П. Лысов. – М.: Недра,1968. –231 с.

5. Единые требования безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений подземным способом / Отв. ред. Л. М. Чернявский. – М.: Недра, 1972. – 225 с.

6. Справочник по горнорудному делу / Под ред. В. А. Гребенюка, Я. С. Пыжьянова, И. Е. Ерофеева. – М.: Недра, 1983. – 816 с.

7. *Ляшенко В. И.*, *Дятчин В. З.* Вибромашины и механизмы для горнодобывающей и перерабатывающей промышленности // Вісник Криворізького техн. ун-ту: Збірник наукових праць. – 2005. – № 8. – С. 99–104.

8. *Ляшенко В. И.*, *Поддубный И. К.*, *Дятчин В. З.* Создание и внедрение вибрационных питателей для выпуска и погрузки руды на горных предприятиях // Цветная металлургия. – 2005. – № 3. – С. 2–8.

9. *Ляшенко В. И.*, *Дятчин В. З.* Совершенствование вибромашин и механизмов для горнодобывающей и перерабатывающей промышленности // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2005. – № 3. – С. 80–83.

10. *Ляшенко В. И.*, *Дятчин В. З.*, *Скотаренко А. Г.* Механизация вспомогательных процессов на уранодобывающих рудниках Украины // Науковий вісник НГУ. – 2008. – № 7. – С. 28–31.

11. *Ляшенко В. И.*, *Дятчин В. З.*, *Дятчин Д. В.* Развитие технических средств для горнорудной и металлургической промышленности // Науковий вісник НГУ. – 2008. – № 9. – С. 85–95.

12. *Ляшенко В. И.*, *Дятчин В. З.*, *Учитель А. Д.* Вибрационные питатели повышенной надежности для горно-металлургической промышленности // Цветная металлургия. – 2010. – № 2. – С.3–11.

13. *Ляшенко В. И.*, *Дятчин В. З.*, *Франчук В. П.* Совершенствование конструкций грохотов и сит для горнорудной промышленности // Горный журнал. – 2010. – № 11. – С. 58–61.

14. *Дятчин В. З.Шумейко Р. В.* Обоснование параметров подбойки шпалоподбивочной вибрационной установки // Науковий вісник НГУ. – 2011. – № 5. – С. 89–92.

15. *Ляшенко В. И.*, *Дятчин В. З.*, *Франчук В. П.* Совершенствование конструкций вибрационных питателей-грохотов для горной промышленности // Горная промышленность. – 2014. – № 2. – С. 100–102.

16. *Ляшенко В. И.*, *Дятчин В. З.*, *Франчук В. П.* Повышение эффективности и надежности работы колосникового вибрационного грохота-перегружателя типа ГПК для горной промышленности // Бюллетень научно-технической и экономической информации «Черная металлургия». – 2015. – № 3. – С. 84–93.

17. *Ляшенко В. И.*, *Дятчин В. З.*, *Франчук В. П.* Повышение эффективности и надежности работы вибрационных колосниковых грохотов-питателей и грохотов-перегружателей типа ГПК для горной промышленности // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2016. – № 6. – С. 34–49. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Ляшенко Василий Иванович – кандидат технических наук,
старший научный сотрудник, начальник отдела–
ученый секретарь, ГП «УкрНИПИИпромтехнологии»,
e-mail: ipt@iptzw.dp.ua, e-mail: vi_lyashenko@mail.ru,
Дятчин Владимир Захарович – кандидат технических наук, доцент,
Институт предпринимательства «Стратегия», Украина,
e-mail: NakTanya@ukr.net, e-mail: dsveta49@mail.ru,
Франчук Всеволод Петрович – доктор технических наук, профессор,
Национальный горный университет, Украина,
e-mail: franchuk@nmu.org.ua.

Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2017. No. 4, pp. 23–41.

UDC 622.646:
622.34:
621.928.23

V.I. Lyashenko, V.Z. Dyatchin, V.P. Franchuk

TECHNICAL MEANS FOR EXTRACTION AND PROCESSING OF ORE MATERIALS. Message 2

Presents the technical means of production in Ukraine for the extraction and processing of ore materials. Described mine and hopper feeders, vibrating pita-Teli-screens and new designs of screening surfaces them and Arrangetion to eliminate the build-up in bunkers. We present new scientific and practical results of the restudy on the justification advanced for vibrators of subsidiary of mining operations, including: Haul-ballasting VDBU-3.0 and paid-shpalopodbi USHPV-750EG with electro-hydraulic drive their movement along the rails. A new mathematical model of the process and the method improves podbivaniyation tamping mechanism that will enhance the performance tamping vibratory plant. We consider the results scientific and practical-sults a new vibratory complex dostavochno-ballasting and tamping sleepers-machine, which can reduce energy consumption by 15% crushing, the crusher to reduce the wear of the working surfaces. It is shown that the construction of overloaded-dressings points is carried out without additional training pillar working bench. The operational capacity of the warehouse selected in the range of 15–25 thousand m^3 of rock mass. when used on loading in iron ore wagons excavators EKG-8I with a daily capacity of up to 5000 m^3 warehouse stock is 3–5 daily.

Key words: new hardware, haul-ballasting and tamping machine-sleepers, screening, coke breeze, efficiency.

AUTHORS

Lyashenko V.I., Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher,
Head of Department, Ukrainian Scientific-Research and Design Institute
of Industrial Technology, 52204, Zheltye Vody, Ukraine,
e-mail: ipt@iptzw.dp.ua, e-mail: vi_lyashenko@mail.ru,

Dyatchin V.Z., Candidate of Technical Sciences,
Assistant Professor, Institute of Business «Strategy»,
52204, Zheltye Vody, Ukraine,
e-mail: NakTanya@ukr.net, e-mail: dsveta49@mail.ru,
Franchuk V.P., Doctor of Technical Sciences, Professor,
National Mining University, 49005, Dnipro, Ukraine,
e-mail: franchuk@nmu.org.ua.

REFERENCES

1. Poturaev V. N., Dyrda V. I., Poddubnyy I. K. *Vibrodostavochnye kompleksy v tekhnologiyakh razrabotki rudnykh mestorozhdeniy*. Pod red. V. I. Belobrova (Vibrating hauling equipment in ore field mining technologies, Belobrov V. I. (Ed.)), Kiev, Naukova dumka, 1989, 167 p.

2. Shtokman I. G., Mukhopad N. D. *Transport pri stroitel'stve podzemnykh sooruzheniy i shakht* (Transport in civil engineering and mine construction), Moscow, Nedra, 1970, 232 p.

3. *Podzemnyy transport shakht i rudnikov*: Spravochnik. Pod red. G. Ya. Peysakhovicha, I. P. Remizova (Underground mine transport: Handbook, Peysakhovich G. Ya., Remizov I. P. (Eds.)), Moscow, Nedra, 1985, 565 p.

4. *Gornye mashiny dlya dobychi rud*. Pod red. A. P. Lysova (Iron ore mining machines. Lysov A. P. (Ed.)), Moscow, Nedra, 1968, 231 p.

5. Edinye trebovaniya bezopasnosti pri razrabotke rudnykh, nerudnykh i rossypnykh mestorozhdeniy podzemnym sposobom. Pod red. L. M. Chernyavskogo (Standard requirements on safe underground mining of metalliferous deposits, nonmetallic fields and placers. Chernyavskiy L. M. (Ed.)), Moscow, Nedra, 1972, 225 p.

6. Spravochnik po gornorudnomu delu. Pod red. V. A. Grebenyuka, Ya. S. Pyzh'yanova, I. E. Erofeeva (Handbook on mining. Grebenyuk V. A, Pyzh'yanov Ya. S., Erofeev I. E. (Eds.)), Moscow, Nedra, 1983, 816 p.

7. Lyashenko V. I., Dyatchin V. Z. *Visnik Krivoriz'kogo tekhn. un-tu: Zbirnik naukovikh prats'*. 2005, no 8, pp. 99–104.

8. Lyashenko V. I., Poddubnyy I. K., Dyatchin V. Z. *Tsvetnaya metallurgiya*. 2005, no 3, pp. 2–8.

9. Lyashenko V. I., Dyatchin V. Z. *Metallurgicheskaya i gornorudnaya promyshlennost'*. 2005, no 3, pp. 80–83.

10. Lyashenko V. I., Dyatchin V. Z., Skotarenko A. G. *Naukoviy visnik NGU*. 2008, no 7, pp. 28–31.

11. Lyashenko V. I., Dyatchin V. Z., Dyatchin D. V. *Naukoviy visnik NGU*. 2008, no 9, pp. 85–95.

12. Lyashenko V. I., Dyatchin V. Z., Uchitel' A. D. *Tsvetnaya metallurgiya*. 2010, no 2, pp. 3–11.

13. Lyashenko V. I., Dyatchin V. Z., Franchuk V. P. *Gornyy zhurnal*. 2010, no 11, pp. 58–61.

14. Dyatchin V. Z.Shumeyko R. V. *Naukoviy visnik NGU*. 2011, no 5, pp. 89–92.

15. Lyashenko V. I., Dyatchin V. Z., Franchuk V. P. *Gornaya promyshlennost'*. 2014, no 2, pp. 100–102.

16. Lyashenko V. I., Dyatchin V. Z., Franchuk V. P. *Byulleten' nauchno-tekhnicheskoy i ekonomicheskoy informatsii «Chernaya metallurgiya»*. 2015, no 3, pp. 84–93.

17. Lyashenko V. I., Dyatchin V. Z., Franchuk V. P. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2016, no 6, pp. 34–49.