

#### Литература

1. Гарост М.М., Шнаркевич А.А. Создание многофункциональной машины для коммунального хозяйства на базе автомобиля МАЗ-5550С5 // Материалы международной научно-технической конференции «Дорожное строительство и его инженерное обеспечение», Минск, БНТУ, 2020, с. 164-174.
2. Коммунально-дорожная техника АО «ПК «Ярославич». Режим доступа: [www/pkyar.ru](http://www/pkyar.ru).
3. Метать и подметать. Щетки для уборки снега и снегоочистители роторного действия // Основные средства, 2021, №3.
4. Тарасов П.И., Хазин М.Л., Фурзиков В.В. Применение природного газа в качестве моторного топлива техники горнодобывающих предприятий // Горная Промышленность, 2017, №1 (131), с. 66.
5. Сайт [www.gazprom.ru](http://www.gazprom.ru).
6. Щендригин А.В., Журавский М.А., Люгай С.В., Евстрифеев А.А. Текущее состояние и перспективы использования СПГ в качестве моторного топлива // Газовая промышленность, 2018, №9 (774), с. 98-100.
7. Ли Вэй, Лю Цзюньчжу, Жень Вэй, Ду Янь, Чжан Диннань. Тенденции развития использования природного газа в качестве моторного топлива на примере истории развития транспортных средств на природном газе в Китае // Газовая промышленность, 2019, №5 (784), с. 48-58.

УДК 69.05-82+625.7/.8.08-82

## ЭЛЕКТРОГИДРОУДАРНАЯ ДРОБИЛКА ДЛЯ МОБИЛЬНОГО ДРОБИЛЬНО-СОРТИРОВОЧНОГО КОМПЛЕКСА

А.Н. Смоляк

Белорусский национальный технический университет,  
пр. Независимости, 65, 220013, г. Минск, Беларусь, [www.smolyak.anna@mail.ru](mailto:www.smolyak.anna@mail.ru)

Создание конкурентоспособных, высокопроизводительных, экономичных и экологически защищенных конструкций строительных машин нового поколения для дорожно-строительного комплекса базируется на эффективном применении электрогидроударных устройств.

Электрогидроударная дробилка в составе мобильного дробильно-сортировочного комплекса предусматривает значительное повышение энергии удара по сравнению с известными механическими конструкциями дробилок при высоком коэффициенте полезного действия за счет возникающего между электродами импульса электрического разряда, синтезирующего гидроударную волну при высоких давлениях, обеспечивающую дробление каменного материала до требуемого размера фракции.

Предлагаемая к применению электрогидроударная дробилка в составе дробильно-сортировочного комплекса повышает экологическую безопасность, так как способ воздействия электрогидроудара не использует источники загрязнения окружающей среды в планируемых технологиях, а, используемая в качестве рабочего тела жидкость, обеспечивает увлажнение, исключая запыленность в процессе дробления каменных материалов в рабочей зоне.

**Ключевые слова:** электрогидроударная дробилка, гидроудар, разрядная камера, мобильный, дробильно-сортировочный комплекс.

#### Введение

Актуальные направления развития дорожно-строительного комплекса Беларуси обуславливают техническое перевооружение в условиях переменчивой экономической ситуации в мире. Современные дробильно-сортировочные комплексы при переработке природных и вторичных строительных материалов для дорожного строительства выполняют ряд сложных технологических операций, включающих: доставку исходного материала, его очистку и предварительную сортировку, дробление в несколько стадий, с отбором требуемых фракций (сортировкой по стадиям дробления), складирование и транспортирование к месту использования. [1]

Улучшение значимых показателей производства в дорожном строительстве обеспечивается выбором наиболее эффективных средств механизации.

Процессы дробления и сортировки каменных материалов относят к числу наиболее ответственных этапов в строительстве дорог. Однако их недостаточно высокая эффективность обусловлена:

- сложностью управления процессом дробления и сортировки вручную;
- отсутствием технического контроля над состоянием дробимого материала в ходе процесса дробления;
- низкой надежностью и отсутствием достоверного прогнозирования результатов по причине большого разброса значений крупности и механических свойств материалов, что приводит к значительной засоренности продукта дробления зернами, не отвечающим требованиям к параметрам фракционного состава. [2]

Наиболее перспективными для дорожно-строительной отрасли Беларуси являются мобильные дробильно-сортировочные установки с замкнутым циклом дробления, позволяющие сэкономить затраты на производство фундаментов для стационарных комплексов, установку опорных металлоконструкций, подъемную технику и рабочую силу. [3]

Одна мобильная установка (колесная или гусеничная) обслуживает несколько карьеров с объемом производства до 1 млн. тонн в год. [4]

Целью настоящей исследовательской работы является создание высокопроизводительного, экономичного и экологически защищенного мобильного дробильно-сортировочного комплекса на основе эффективного применения электрогидроударной дробилки.

### **Конструктивные особенности электрогидроударной дробилки для мобильного дробильно-сортировочного комплекса**

Одним из главных преимуществ предлагаемой к применению электрогидроударной дробилки в дробильно-сортировочном комплексе является ее исключительная экологичность, так как способ воздействия электрогидроудара не использует источники загрязнения окружающей среды в планируемых технологиях.

В процессе дробления каменный материал смачивается водой, которая является необходимым компонентом для работы электрогидроударной дробилки, что исключает запыленность атмосферы в рабочей зоне.

Форму и размеры предлагаемой дробилки можно выбирать в зависимости от конструкции и производительности дробильно-сортировочного комплекса. Так как в электрогидроударной дробилке отсутствуют такие механические элементы и сборочные единицы конструкций, как вращающийся ротор или подвижная щека с механизмом регулирования размера выходной щели и распорные плиты, которые обязательно присутствуют в роторных и щековых механических дробилках. Форма и размеры корпуса предлагаемой дробилки могут варьироваться в самых широких пределах, так как данные параметры не влияют на процесс дробления, однако определяют производительность установки.

В предлагаемом техническом решении используется электрогидроударный эффект (электрогидравлический эффект Л.А. Юткина) для получения сверхвысоких давлений в среде жидкости. [5]

Сущность эффекта Л.А. Юткина состоит в том, что вокруг зоны образования специально сформированного высоковольтного импульсного электрического разряда внутри объема жидкости возникают сверхвысокие гидравлические давления, способные совершать полезную механическую работу и сопровождающиеся комплексом физических и химических явлений.

Основными действующими факторами электрогидравлического эффекта являются высокие и сверхвысокие импульсные гидравлические давления и гидродинамические эффекты, приводящие к появлению ударных волн со звуковой и сверхзвуковой скоростями; значительные импульсные перемещения объемов жидкости, совершающиеся со скоростями, достигающими сотен метров в секунду; мощные импульсно возникающие кавитационные процессы, способные охватить относительно большие объемы жидкости; механические резонансные явления с амплитудами, позволяющими осуществлять дробление многокомпонентных неметаллических твердых тел и материалов.

Ударные перемещения жидкости, возникающие при развитии и схлопывании кавитационных полостей, способны разрушать неметаллические материалы помещенные вблизи зоны разряда.

Электрогидравлический эффект является источником создания множества прогрессивных технологических процессов, которые в настоящее время широко применяются во многих промышленных отраслях всего мира – машиностроительной, металлургической, горной и др. Одним из главных преимуществ данного метода является его исключительная экологичность, так как способ воздействия электрогидравлического эффекта не использует источники загрязнения окружающей среды в планируемых технологиях.

Конструктивная схема предлагаемой электрогидроударной дробилки представлена на рисунке 1.

Предлагаемая электрогидроударная дробилка (рисунок 1) состоит из корпуса 1 внутри которого оборудована разрядная камера 8.

Разрядная камера дробилки оснащена двумя парами электродов-разрядников 7 с изоляцией, размещенной в отверстиях, выполненных в крышке 2, и системой циркуляции рабочей жидкости и пульпы, оснащенной входным отверстием 9 для подвода жидкости, выходным отверстием 3 с патрубком для вывода пульпы. Электроды-разрядники 4 подключены к электрической системе дробильной установки через блок управления 10 посредством электропроводов.

После загрузки в дробилку измельчаемого материала в разрядную камеру через впускное отверстие 9 по трубопроводу подается рабочая жидкость (техническая вода с защитными присадками от замерзания). Высота заполнения жидкостью разрядной камеры контролируется датчиком уровня 11, от которого поступает сигнал управления, отключающий подачу жидкости насосом (на рисунке насос не показан).

На электроды через блок управления 10 подается высокое напряжение, значение которого возможно регулировать до требуемых величин.

При подаче напряжения между электродами возникает электрическая дуга. Вокруг зоны образования специально сформированного высоковольтного импульсного электрического разряда внутри объема жидкости возникают сверхвысокие гидравлические давления, способные совершать полезную механическую работу по дроблению материала.

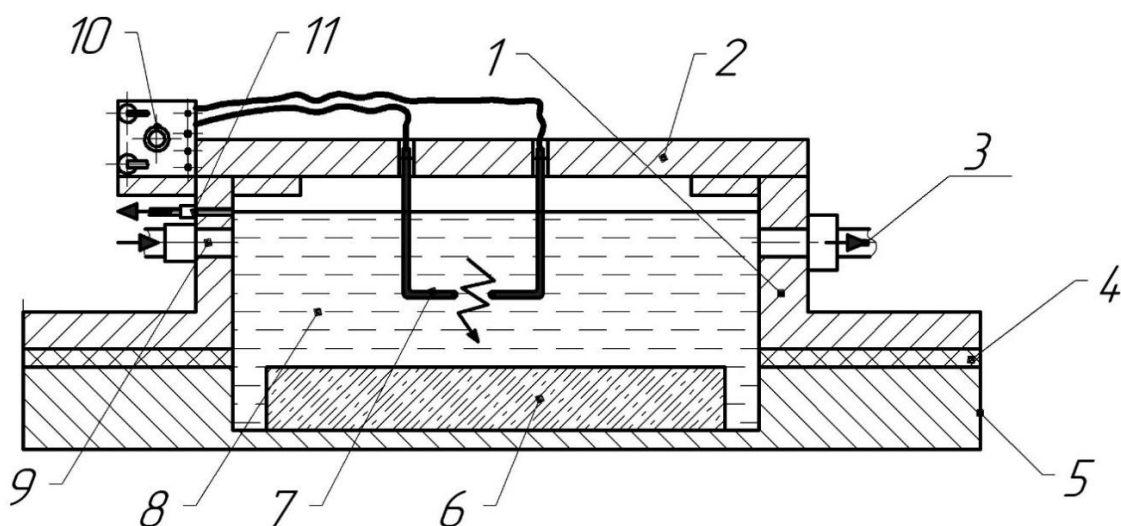


Рис.1. Конструктивная схема электрогидроударной дробилки:  
 1 – корпус, 2 – крышка, 3 – выходное отверстие с патрубком для слива,  
 4 – прокладка, 5 – корпус, 6 – дробимый материал, 7 – электрод- разрядник, 8 – разрядная камера с жидкостью, 9 – входное отверстие для подвода жидкости, 10 – блок управления, 11 – датчик уровня жидкости

После окончания цикла процесса дробления открывается выпускной клапан и через отверстие 3 жидкостная пульпа с мелкой фракцией измельченного материала выходит из камеры дробления в накопительную емкость. При этом через впускное отверстие 9 рабочая жидкость подается в камеру дробления до необходимого уровня и процесс дробления продолжается до получения нужной фракции щебня.

### Заключение

Электрогидроударная дробилка для мобильного дробильно-сортировочного комплекса, использующая электрогидроударный эффект, экологически безопасна, позволяет автоматизировать процесс управления параметрами, обладает высокой производительностью.

Рабочая жидкость, подаваемая в разрядную камеру, выполняет важные функции: совершает механическую работу по дроблению материала, защищает от возникновения пыли, переносит мельчайшие частицы раздробленного материала в накопительную емкость, увлажняет получаемый материал, охлаждает конструкцию в процессе циркуляции по замкнутому контуру.

Регулирование параметров рабочего оборудования дробилки обеспечивается изменением таких параметров, как: амплитуда и частота электрических импульсов.

Параметры корпуса предлагаемой дробилки (размеры и форма) могут варьироваться для различных конструкций в широких пределах, так как практически не влияют на процесс дробления, но определяют производительность установки.

Применение электрогидроударной дробилки в конструкции мобильного дробильно-сортировочного комплекса экономически более целесообразно по сравнению с механическими конструкциями известных дробилок, так как значительно упрощает механическую часть рассматриваемого комплекса.

### Литература

1. Добронравов, С.С. Строительные машины и основы автоматизации: Учеб.для строит.вузов/С.С.Добронравов, В.Г.Дронов – М.:Высш.шк., 2003. – 575 с.
2. Вавилов, А.В. Совершенствование ударно-вибрационных машин для строительства автомобильных дорог и мостов/А.В. Вавилов, А.Н. Смоляк//Автомобильные дороги и мосты. – 2013. – №1(11). – С.65–70.

3. Вавилов, А.В. Повышение уровня автоматизации строительных машин – гарант их конкурентоспособности/А.В. Вавилов, А.Н. Смоляк//Строительная наука и техника. – 2008.-№3(18). – С.74–78.

4. Смоляк, А.Н. К вопросу совершенствования автоматизации управления строительными и дорожными машинами с гидравлическим приводом/А.Н.Смоляк//Вестник БНТУ. – 2007. – №2. – С.9–12.

5. Юткин, Л.А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности./ Л.А. Юткин. – Ленинград: Машиностроение, ленингр. отд., 1986. – 253 с.

УДК 621.876.11-523(083.74) (476)

## ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛИФТАХ

А.И. Антоневиц

Белорусский национальный технический университет,  
пр. Независимости, 65, 220013, г. Минск, Беларусь, [A4815@mail.ru](mailto:A4815@mail.ru)

**Аннотация:** Парк пассажирских лифтов в основном представлен отечественными лифтами с релейными системами управления (на сегодняшний день происходит их замена); лифтами с бесконтактной жесткой логикой управления УПЛ и с микропроцессорными системами управления УЛ. Однако жесткая конкуренция среди производителей лифтов и международные требования к лифтам заставляет ОАО "Могилёвлифтмаш" постоянно их совершенствовать. В этой связи интерес заслуживает система управления лифтом МЛК – ЛМ, представляющая собой распределенную систему управления лифтом. По своим характеристикам она отвечает европейским стандартам. Система управления сравнительно новая и установлена на небольшом количестве лифтов, которые обслуживаются сотрудниками ОАО «Могилевлифтмаш». Данная статья посвящена системе МЛК-ЛМ.

**Ключевые слова:** распределенная система управления, микропроцессоры.

Пассажирские лифты производятся почти во всех промышленных странах, и Республика Беларусь не является исключением. Мировой рынок лифтов представлен следующими фирмами: «Отис» (США), конструкции лифтов которой производят в России, Японии, Украине; KONE (Финляндия); «Шиндлер» (Швейцария); Карачаровский механический и Щербинский лифтостроительные заводы (Россия); Shenyang Brilliant Elevator Co., Etd (Китай); «Тисен» (Германия); «Пилава» (Польша); «Изамет» (Болгария); Mitsubishi (Япония) [1,2]. Отечественное лифтостроение представлено в основном ОАО "Могилёвлифтмаш", который производит пассажирские лифты грузоподъемностью 225, 300, 320, 400, 500, 630, 1000 и 1275 кг со скоростью движения до 2 м/с включительно, грузовые лифты выпускаются грузоподъемностью 100, 250, 500, 1000, 2000, 3200, 5000 и 6300 кг со скоростью движения 0,22; 0,25; 0,4 и 0,5 м/с [3]. Если рассмотреть парк пассажирских лифтов, то он в основном представлен отечественными лифтами с релейными системами управления (на сегодняшний день происходит их замена); лифтами с бесконтактной жесткой логикой управления УПЛ и с микропроцессорными системами управления УЛ. В РБ приняты стандарты по безопасности конструкций и установке лифтов; Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 011/2011 "Безопасность лифтов". Однако жесткая конкуренция среди производителей лифтов и международные требования к лифтам заставляет ОАО "Могилёвлифтмаш" постоянно их совершенствовать. В этой связи интерес заслуживает система управления лифтом МЛК – ЛМ, представляющая собой распределенную систему управления лифтом. По своим характеристикам она отвечает европейским стандартам. МЛК предназначена для