

Использование электрогидравлического эффекта в транспортной отрасли

К.К. КИМ, директор Института управления качеством электротехнических систем, зав. кафедрой ТОЭ ПГУПС, д.т.н., профессор

Несмотря на более чем полувековую историю, электрогидравлический эффект не потерял своей привлекательности для транспортной отрасли. Его применение позволяет снизить долю использования взрывчатых веществ при производстве целого ряда работ, что в современном контексте противодействия терроризму приобретает особое звучание.

Электрогидравликой в Петербургском государственном университете путей сообщения стали заниматься относительно недавно — четыре года тому назад. Начинаясь эта работа со студенческой научной разработки экспериментальной установки для исследования ЭГЭ (рис. 1). За короткий промежуток времени был разработан ряд



Рис. 2



Рис. 1

Сущность электрогидравлического эффекта состоит в том, что электрический разряд, происходящий в проводящей жидкости, приводит к возникновению сверхвысоких гидравлических давлений, способных совершать механическую работу. Электрическая энергия в течение 1–100 мкс выделяется в канале разряда. В результате преобразования электрической энергии в тепловую вещество канала разряда превращается в низкотемпературную плазму (4×10^4 К). Давление в канале разряда достигает 10^3 МПа. Канал разряда расширяется со скоростью, превышающей скорость звука, что вызывает появление ударных волн. Энергию этих волн можно использовать для укрепления путевого полотна в слабых грунтах, для утилизации списанных железобетонных опор контактной сети и железобетонных шпал, для разрушения негабаритов (валунов, скальной породы) при производстве работ по сооружению земляного полотна без использования взрывчатых веществ.



Рис. 3

оригинальных промышленно-экспериментальных установок.

Для бесосколочного разрушения негабаритных валунов перед щебеночными дробилками, железобетонных и бетонных монолитных конструкций, кирпичных кладок, футеровок была создана установка (рис. 2), которая в отличие от существующих аналогов весит всего лишь 3,3 т и легко размещается на шасси грузовика, то есть позволяет осуществлять указанные операции не только в стационарных, но и в полевых условиях. Технические характеристики установки следующие:

Рабочее напряжение	5 кВ
Напряжение питания	220 В
Запасаемая энергия	100 кДж
Потребляемая мощность	2 кВт
Количество рабочих разрядников	1–4
Рабочий ток	до 150 кА
Время выделения энергии в шпуре	100 мкс
Масса установки	3,25 т
Габаритные размеры	2400×1700×1200 мм
Температура окружающей среды	-10±40 °С

Результат разрушения образца из габродиабазы (одного из самых прочных природных минералов) с одного разряда показан на рис. 3.

Переход на скоростное движение на участке Санкт-Петербург — Москва приведет к необходимости модернизации контактной сети, а именно к замене опор, а может быть, к изменению их расположения, и в этом случае данная установка позволит легко демонтировать



Рис. 4

вать бетонные основания опор контактной сети.

В настоящее время на железнодорожном транспорте особое звучание приобретают вопросы экологии, связанные с утилизацией отслуживших свой срок эксплуатационных железобетонных изделий (опор контактной сети, стальных опор, шпал, старых фундаментов, конструкций стрелочных переводов и

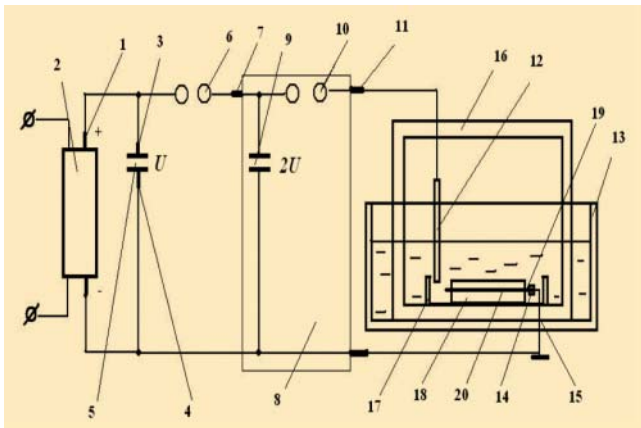


Рис. 5

т.п.). И в этом случае электрогидравлические установки показывают себя с наилучшей стороны.

Технологический процесс утилизации опор контактной сети чрезвычайно прост и состоит из поднятия основания опоры, заполнения внутренней полости опоры водой, размещения в данной полости специального разрядного устройства и производства всего лишь одного разряда емкостного накопителя.

Стадии разрушения опоры приведены на рис. 4. Можно видеть, что в результате электрогидравлического удара получается «чистая» железная арматура, готовая к повторному употреблению, и щебень.

Необходимо особо отметить, что энергия электрогидравлического удара легко варьируется, то есть процессу утилизации можно придать безопасный характер.

Для утилизации железобетонных шпал, не имеющих внутренних полостей,

предназначена другая электрогидравлическая установка, показанная на рис. 5.

Работа установки происходит следующим образом. Шпала 18 помещается на поддон 17, который находится в верхнем положении. К оголенному концу 19 железной арматуры 20 прикрепляют зажим 14. Затем включается привод лифтовой секции 16, и поддон 17 вместе с шпалой 18 опускается в бак 13.

Конденсаторная батарея 5 через выходы 3, 4 и выходы 1 заряжается от трансформаторно-выпрямительного блока 2 до напряжения. Затем срабатывает разрядник 6, и в контуре, состоящем из конденсаторной батареи 5, разрядника 6 и конденсатора 9 блока удвоения

напряжения 8, возникают колебания с амплитудой U . В результате происходит зарядка малоиндуктивного конденсатора 9. Когда напряжение на конденсаторе 9 достигает значения $2U$, срабатывает разрядник 10 наносекундного диапазона. Таким образом, между электродом 12 и оголенным концом железной арматуры 20 появляется импульсное напряжение амплитудой $2U$. В результате сказанного между электродом 12 и концом арматуры 20 возникает искровой импульсный разряд с фронтом наносекундной длительности, расстояние между электродом 12 и концом арматуры изначально выбирается из условия: $2U > U_{пробоя}$. Возникшая ударная волна посредством жидкости,

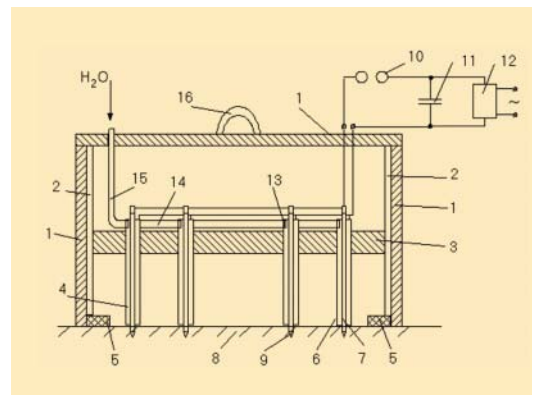


Рис. 6

заполняющей бак 13, передается на шпалу 18 и вызывает разрушение последней.

Использование импульсной зарядки малоиндуктивного конденсатора позволяет существенно сократить его размеры и уменьшить паразитную индуктивность контура, формирующего наносекундный импульс, а следовательно, повысить эффективность работы электрогидравлической установки.

Следует особо отметить, что в электрогидравлических установках, предназначенных для разрушения, нет необходимости в использовании взрывчатых веществ, что в настоящее время — время борьбы с терроризмом — приобретает актуальное звучание.

Традиционно для разгрузки полувагоны предварительно подвергаются размораживанию в специальных гаражах-размораживателях с последующей подачей полувагона на опрокидыватель. Другой способ разгрузки заключается в рыхлении смерзшегося груза либо с помощью грейферных кранов, либо с помощью различных виброустановок. Очевидно, что применение размораживания требует значительных потерь электроэнергии на нагрев, отведения больших производственных площадей и, конечно, ведет к увеличению простоя полувагонов. Второй способ характеризуется сильным механическим воздействием на конструктивные элементы кузова, что, естественно, не может не сказаться на сроке службы полувагона, поэтому ОАО «РЖД» направило предложения в Федеральную службу по тарифам о необходимости дифференциации тарифов на перевозку угля в зависимости от способа разгрузки. В противовес сказанному использование электрогидравлического эффекта лишено указанных недостатков. Ударные волны быстро затухают в толще груза и никоим образом не воздействуют на стенки полувагона.

Посещение президентом РФ В.В. Путиным терминала в Усть-Луге в 2006 г. в очередной раз выявило проблему разгрузки полувагонов с углем и рудой в зимнее время и явилось побудительной причиной для начала разработок по созданию электрогидравлической установки для рыхления смерзшихся насыпных грузов.

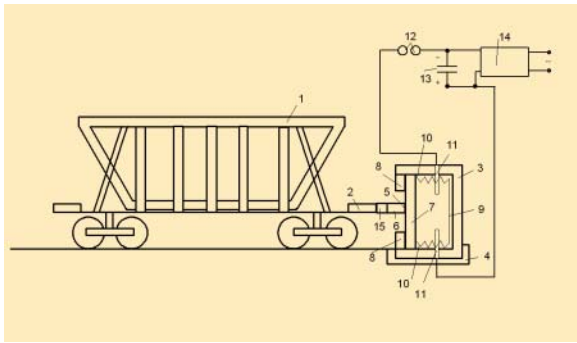


Рис. 7

По результатам численных исследований была сконструирована электрогидравлическая рыхлительная установка, схема которой представлена на рис. 6.

Рыхление производится следующим образом: при подаче полувагона под разгрузку краном сверху за грузовую проушину 16, крепящуюся к раме 1, устройство опускают на смерзшийся груз 8, и остроконечные наконечники 9 штырей 4 под действием массы траверсы 3 и штырей 4 продельвают в грузе шпury. Далее направляющие 2 опускаются на груз 8 до касания ограничительными выступами 5. К водной магистрали 15 подается горячая вода (либо солевой раствор), которая через водяной коллектор 14 и трубы 6 поступает в область наконечников 9. Через трансформаторно-выпрямительный

блок 12, на который подается переменное напряжение, заряжается конденсаторная батарея 11, которая после срабатывания коммутатора 10 разряжается на промежутки между нижними концами труб 6 и наконечниками 9. В результате возникшего искрового разряда в воде возникает ударная волна, которая дробит смерзшийся

груз 8. Далее остроконечные наконечники 9 углубляются в груз 8 под действием силы тяжести траверсы 3 со штырями 4, и разряжается и т.д. Затем полувагон подается на вагоноопрокидыватель.

При данном способе рыхления время операции в основном зависит от времени заряда конденсаторного накопителя, которое исчисляется всего лишь минутами.

Другая разрабатываемая электрогидравлическая установка (рис. 7) предназначена для ударных прочностных испытаний вагонов. Предполагается, что она заменит трудоемкие испытания вагонов, связанные с использованием стенов-горок и одномаятниковых репетиционных ударных копров.

Испытание осуществляется следующим образом: на вагоне 1 монтируется тензометрическая автосцепка 2, которая соединяется с стендовой автосцепкой 15 на конце штока толкателя 6. Поршень толкателя 7 задвигается внутрь рамы 3 за счет сжатия гофрированных стенок 10 до тех пор, пока электроионная жидкость, например вода или раствор *NaCl*, не заполнит пространство сжатого резинового резервуара 9. Через трансформаторно-выпрямительный блок 14, на который подается переменное напряжение, заряжается конденсаторная батарея 13, которая после срабатывания разрядника 12 разряжается на электроды 11, жестко закрепленные внутри резервуара 9 с жидкостью. В результате искрового разряда в воде возникает ударная волна, которая двигает поршень толкателя 7 до выступов 8 на раме 3. Через шток толкателя 6 удар передается через тензометрическую автосцепку 2 на испытываемый вагон 1.

Как можно видеть, поле для деятельности электрогидравлики на железнодорожном транспорте обширно. Дело за малым — нужна заинтересованность руководства ОАО «РЖД» во внедрении новых технологий.

ЖУРНАЛ «ТРАНСПОРТ РФ». ПОДПИСКА НА 2007 ГОД

Стоимость подписки на год 1200 руб.

Название компании
 ФИО директора
 ФИО и должность контактного лица
 Адрес доставки (фактический)

 Тел./факс
 Юридический адрес

 КПП
 Вид деятельности компании

Заполните купон и отправьте его в отдел подписки по тел./факсу (812) 572-6314
 E-mail: trfpodpiska@mail.ru; transportrf@mail.ru

