

УДК 681.2.002

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УДАРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАЗРЯДА НА ОРГАНИЗМЫ-ОБРАСТАТЕЛИКаблов В.Ф., Суркаев А.Л., Костин В.Е., Соколова Н.А., Кумыш М.М.,
Усачев В.И., Лысов Э.А.*ВПИ (филиал) ВолзГТУ**(8443) 33-78-84, факс 25-69-50 vpf@volpi.ru*

Электрический разряд в конденсированных средах представляет собой уникальное явление, одними из аспектов которого является скорость процесса и эффективность воздействия на обрабатываемый объект. История генерирования и использования высокоскоростного выделения энергии электрического поля относится к 60-м годам прошлого столетия [1]. Генерация ударно-акустических и электромагнитных излучений, получение наноразмерных порошков, исследование плазменных образований, в том числе с использованием эффекта взрывающихся проводников и тому подобное [2-6], позволяет проведение научных исследований и получение достоверной информации о физических свойствах наблюдаемых явлений.

Целью данной работы является исследование влияния ударно-волновых воздействий на жизнестойкость и биологическую активность дрейссены и возможность использования электрического взрыва металлических проводников для очистки элементов оборудования гидротехнических агрегатов.

На ГЭС наиболее подвержены обрастанию дрейссеной наружные несущие поверхности гидросооружений, водоводы, фильтры, крышки и трубные решетки теплообменных аппаратов. Очистку поверхностей перфорированного элемента фильтра, крышек и трубных решеток воздухоохладителей предлагается осуществлять с помощью электроимпульсного гидравлического воздействия, в результате достигается не только очистка обрастаемых поверхностей, но и уничтожение моллюсков и их личинок.

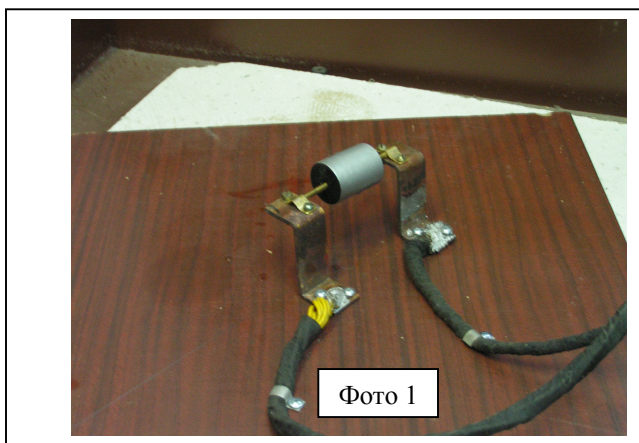
Реализация электровзрывных процессов представляет собой на сегодняшний день сравнительно несложную техническую задачу. Совершенствование электрогидроимпульсных установок, оптимизация режимов работы, обеспечение гибкого управления процессами обработки, автоматизация установок и технологических линий достаточно освещены [7]. Одним из примеров применения мощного электрического разряда в формировании ударно-волновых воздействий на микроорганизмы для бакте-

риального обеззараживания воды можно рассматривать работу [8]. Предложение [9] по использованию энергии электрического разряда для генерации ударных волн, воздействующих на биологический объект – дрейсена, подразумевает дальнейшее продолжение исследований в этом направлении.

Энергетическая установка является традиционной и представляет собой накопитель энергии конденсаторного типа с сопутствующим оборудованием. [9]. Накопитель установки набирался из конденсаторов марки КБГ-П-2 кВ в количестве 32 шт., соединенных между собой параллельно, емкостью $C = 10 \text{ мкФ} \pm 10\%$. Максимальная запасенная энергия в накопителе составляет $W = 640 \text{ Дж}$, электрическая емкость составила $C = 320 \text{ мкФ}$, напряжение $U_0 = 2 \text{ кВ}$, индуктивность разрядного контура определялась экспериментально $L = 78,5 \text{ мкГн}$.

На рабочем столе располагается толстостенная взрывная камера цилиндрической конфигурации и установлено сопутствующее крепежное оборудование для токоподводящих кабелей и электродов. Длина камеры $L_k = 120 \text{ мм}$, диаметр цилиндра $d_k = 40 \text{ мм}$, толщина стенки $h_k = 3,5 \text{ мм}$, материал – сталь. Диаметр и длина электродов выбирается из условий конкретного эксперимента, а также предотвращения паразитного электрического разряда через электроды и металлическую взрывную камеру. Во избежание возможности изменения индуктивности всей экспериментальной установки в процессе проведения экспериментов, конструкция предусматривает жесткое крепление всех ее элементов и является стационарной. Взрывная камера полностью заполняется водой и с торцов

гидроизолируется эластичными резиновыми пробками (фото 1). Взрывающийся проводник и, соответственно, биологические объекты ударного воздействия находятся в полости камеры. Для эффективно-го ударно-волнового воздействия



необходима полная реализация энергии конденсаторного накопителя. Данное условие в большей степени выполняется при соблюдении режи-

мов оптимальности электровзрыва, которые определяются параметрами разрядного контура и параметрами взрывающегося проводника [3 и 9].

При подаче высокого напряжения на электродную систему осуществляется электрический взрыв проводника и в окружающем пространстве генерируется ударная волна. Одним из эмпирических соотношений, определяющих амплитуду ударной волны электрического разряда [3]:

$$p_m = \frac{2 \cdot 10^2}{\sqrt{r}} \left(\frac{CU_0^2}{L} \right)^{\frac{5}{16}} \omega^{\frac{7}{16}}, \quad p_m = 1,5 \cdot 10^7 \text{ Па}$$

где r - расстояние до точки наблюдения; ω - собственная частота разрядного контура. Применение данного выражения для определения давления, получаемой от имеющейся энергетической установки, дает оценочное значение амплитуды давления цилиндрической ударной волны.

Вредоносные биологические объекты, защищенные панцирным покрытием, способны сохранять свою жизнедеятельность и воспроизводство в достаточно широком диапазоне воздействующих ударно-волновых нагрузок, либо циклических, либо импульсных, и продолжать оказывать паразитное влияние на работоспособность гидротехнических сооружений. Предел прочности панцирного покрытия определяется многими как физическими, так биологическими и химическими факторами. Широкий диапазон геометрических размеров, возраст, толщина стенки и внешняя форма оболочки не позволят определить наименьшего, но эффективного импульсного механического воздействия на обрастателей. Изучение воздействия электроимпульсного заряда на моллюсков дрейссены, закрепившихся на поверхности труб из нержавеющей стали, проводилось в



Фото 2

ходе эксперимента, целью которого являлось определение параметров разряда необходимых для уничтожения и удаления моллюсков с поверхности. Предварительно на аквариумной базе ВПИ были обеспечены условия

для закрепления и прорастания моллюсков с помощью биссусных нитей

к внутренней поверхности трубок (фото 2). Трубки с закрепленными моллюсками были подвержены электроимпульсному воздействию на экспериментальной установке.

В результате серии проведенных опытов было установлено, что во всех случаях при применявшихся параметрах разряда происходило открепление раковины моллюска от поверхности трубки с полным или частичным разрушением раковины.

Из результатов проведенных предварительных испытаний экспериментальной электроимпульсной установки можно сделать вывод о принципиальной возможности применения данного способа для очистки поверхностей технологического оборудования: перфорированных элементов фильтров и трубных решеток теплообменных аппаратов от закрепившихся на них моллюсков дрейссены путем их уничтожения и последующего удаления из систем технологического водоснабжения.

Список литературы

1. Юткин Д.А. Электрогидравлический эффект. - М: Машгиз, 1955 – 51 с.
2. Малюшевский П.П. Основы разрядно-импульсной технологии. - Киев: Наукова думка, 1983. – 342 с.
3. Кривицкий Е.В. Динамика электровзрыва в жидкости. - Киев: Наукова думка, 1986. – 205 с.
4. Бурцев В.А., Калинин Н.В., Лучинский А.В. Электрический взрыв проводников и его применение в электрофизических установках. - М: Энергоиздат, 1990. - 217 с.
5. Наугольных К.А., Рой Н.А. Электрические разряды в воде. - Москва: Наука, 1971. – 155 с.
6. Ушаков В.Я. Импульсный электрический пробой жидкостей. - Томск: ТГУ, 1975. - 256 с.
7. Вовк И.Т., Друмирецкий В.Б., Кривицкий Е.В., Овчинникова Л.Е. Управление электрогидроимпульсными процессами. – Киев: Наукова Думка, 1984. -187 с.
8. Вилков К.В., Нагель Ю.А. Обеззараживающее действие мощного импульсного электрического разряда в воде. Письма ЖТФ, 2004, том 30, вып. 5, с. 88-93
9. Силовая установка электрического взрыва металлических проводников в жидкой среде. // IV Межрегиональная научно-практическая конференция.” Взаимодействие ВУЗов и промышленных предприятий для эффективного развития инновационной деятельности“ г. Волжский, 14.05.2008.