

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭФФЕКТА ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВЕЩЕСТВА В ОЧИСТКЕ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Ю.Г. Мингажева

Томский политехнический университет,
ИШЭ, ОЭЭ, гр. АЗ-45

Научный руководитель: О.Г. Волокитин, д.т.н., профессор ГАСУ

При повышенных содержаниях химических элементов в питьевой воде по нормам СанПиН 2.1.4.2580-10 необходимо использование дополнительных методов доведения качества питьевой воды до нормативных показателей. Для установления возможности применения относительно новой технологии обработки таких вод высоковольтными наносекундными импульсами (НЭМИ) нами был проведен ряд экспериментов. Технология воздействия НЭМИ на вещества была описана в работах [1–8].

При повышенных содержаниях химических элементов в питьевой воде по нормам СанПиН 2.1.4.2580-10 необходимо использование дополнительных методов доведения качества питьевой воды до нормативных показателей. Для установления возможности применения относительно новой технологии обработки таких вод высоковольтными наносекундными импульсами (НЭМИ) нами был проведен ряд экспериментов. Технология воздействия НЭМИ на вещества была описана в работах [1–8].

Для проведения испытаний по воздействию НЭМИ на питьевую воду, была собрана лабораторная установка, которая состоит из генератора импульсов и электродной системы (рис. 1). В данной работе использовали генератор предприятия ЗАО «НПАО ФИД – ТЕХНОЛОГИЯ» с параметрами: амплитуда напряжения – 7–15 кВ, длительность импульса – 0,6 нс, фронт – 0,01–1 нс, частота – 100–1000 Гц. Электродная система подключается к генератору с помощью коаксиального кабеля РК50-3-210. Центральная жила кабеля подключается к пусковому электроду, который помещается в стеклянную колбу. Колба оборачивается в медный экран, который служит заземленным электродом. Экран подключается к оплетке кабеля. После обработки проб, на анализ концентрации веществ в воде отправлялись пробы до обработки и после. Анализ проводился на атомно-абсорбционном спектрофотометре «Спектр-5». Относительная погрешность измерения содержания металлов в растворах, не более 20 %. Измерения проводились в сертифицированной лаборатории Федерального государственного бюджетного учреждения «Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии «Челябинский» (ФГБУ «Челябинскагрохимрадиология»).

Опыт 1. Проводилась обработка НЭМИ артезианской воды. Объем воды – 600 мл. В качестве электрода был выбран стержень с серебряным покрытием диаметром 18 мм, длиной 120 мм. Глубина погружения составляет 30 мм. Время эксперимента – 15 мин. Результаты анализов представлены в табл. 1.

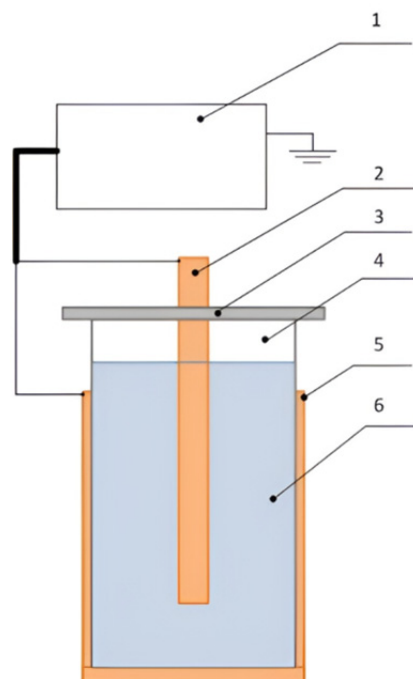


Рис. 1. Лабораторная установка НЭМИ:

- 1 – генератор НЭМИ;
- 2 – пусковой электрод;
- 3 – фиксатор; 4 – колба;
- 5 – экран из медной фольги – заземленный электрод;
- 6 – обрабатываемый раствор

Таблица 1. Содержание элементов в пробах

Образцы	Наименование показателей, мг/л		
	Cu	Fe	Mn
Исходная	0,012	0,091	0,036
Обработанная	0,011	0,047	0,032

По данным таблицы видим, что значительно уменьшилось содержание железа – на 41 %, а уменьшение меди и марганца – в пределах погрешности.

Опыт 2. Обработка питьевой воды из скважины Карамовского месторождения ЯНАО проводилась в условиях опыта 2. Значение *pH* до обработки – 2,2. В результате содержание железа снизилось на 30 %, значение *pH* осталось на том же уровне – 2,2.

Опыт 3. Проводилась обработка воды из рабочей скважины 78–64^А пос. Смолино (Челябинская обл.). Время эксперимента – 10 мин. Результаты анализа представлены в табл. 2.

Таблица 2. Химический состав воды в пробах

Элемент	Содержание элементов в пробах, мг/л	
	Исходная	Обработанная
Медь	0,2796	0,0044
Железо	0,0273	0,0055

Из данных таблицы следует, что при обработке НЭМИ воды из скважины наблюдается уменьшение содержания железа и меди.

Для сравнения того, насколько приближаемся к стандартам по допустимым значениям нормативных показателей питьевых вод, приведем показатели ПДК и после обработки НЭМИ питьевой воды (табл. 3).

Таблица 3. Сравнение результатов обработки питьевой воды с показателями СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»

Наименование вещества	Величина ПДК	Обработка артезианской воды	Обработка питьевой воды с из скважины Карамовского месторожден. ЯНАО	Обработка питьевой воды скважины 78–64А пос. Смолино (Челябинская обл.)
Медь (Cu, суммарно), мг/л	1,0	0,011	–	0,0044
Железо (Fe, суммарно), мг/л	0,3	0,047	19,35	0,0055
Марганец (Mn, суммарно), мг/л	0,1	0,032	–	–

По данным таблицы видим, что воздействие НЭМИ на артезианскую и питьевую воду скважины 78–64А довело содержание меди, железа и марганца до значений ПДК, а для очистки воды из Карамовского месторождения ЯНАО необходимы дополнительные методы очистки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ри Э.Х. Влияние облучения жидкой фазы наносекундными электромагнитными импульсами на ее строение, процессы кристаллизации, структурообразование и свойства литейных сплавов. – Владивосток: Дальнаука, 2008. – 177 с.
2. Белкин В.С. Наносекундные электромагнитные импульсы и их применение / под ред. В.В. Крымского. – Челябинск: Изд-во «Татьяна Лурье», 2001. – 119 с.
3. Расчет импульсного электромагнитного поля в проводящей среде / В.А. Бухарин, В.В. Крымский, А.Ю. Усков, Н.А. Шабурова // Вестник ЮУрГУ. – Серия «Энергетика». – 2013. – Т. 13. – № 1. – С. 26–28.
4. Вскрытие упорных золотосодержащих руд при воздействии мощных электромагнитных импульсов / В.А. Чантурия, Ю.В. Гуляев, В.Д. Лунин, И.Ж. Бунин, В.А. Чепенин, В.А. Вдовин, А.В. Корженевский // Доклады Академии наук. – 1999. – Т. 366. – № 5. – С. 680–683.

5. Экспериментальное исследование нетеплового воздействия мощных электромагнитных импульсов на упорное золотосодержащее сырье / И.Ж. Бунин, Н.С. Бунина, В.А. Вдовин и др. // Изв. АН. Сер. Физическая. – 2001. – Т. 65. – № 12. – С. 1788–1792.
6. Роль истечения газа из каналов наносекундного пробоя в процессе электроимпульсной дезинтеграции сульфидных минералов / В.А. Чантурия, И.Ж. Бунин, А.Т. Ковалев // Изв. РАН. Сер. Физическая. – 2010. – Т. 74. – № 5. – С. 714–717.
7. Чантурия, В.А. О процессах формирования микро- и наночастиц на поверхности сульфидных минералов при воздействии наносекундных электромагнитных импульсов / В.А. Чантурия, И.Ж. Бунин, А.Т. Ковалев, Е.В. Копорулина // Изв. РАН. Сер. Физическая. – 2012. – Т. 76. – № 7. – С. 846–850.
8. Мингажева Ю.Г. Исследование воздействия мощных наносекундных импульсов на водные растворы / Ю.Г. Мингажева // Сборник трудов XIII Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Перспективы развития фундаментальных наук». – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. – 2016. – Т. 2. – С.298-300.

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБА ДИАГНОСТИКИ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ ПО КОММУТАЦИОННЫМ ПРОЦЕССАМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

А.В. Кузякин

*Томский политехнический университет,
ИШЭ, ОЭЭ, гр. 5АМ33*

Научный руководитель: А.В. Мытников, к.т.н., доцент ОЭЭ ИШЭ ТПУ

Изоляция является наиболее проблемным компонентом любого высоковольтного аппарата в силу ряда проблем, основной из которых является развитие частичных разрядов (ЧР). Несмотря на многообразие методов обнаружения ЧР не существует эффективного способа выявлять ЧР на ранних стадиях развития под рабочим напряжением. В ходе исследований, результаты которых представлены в статье, установлена принципиальная возможность обнаруживать частичные разряды (ЧР) в высоковольтной изоляции путем анализа результата взаимодействия коммутационных импульсов с собственно ЧР. Критерием, по которому можно констатировать наличие частичного разряда, является уменьшение амплитуды токового сигнала в результате взаимодействия коммутационных импульсов с дефектами внутренней структуры изоляции. Коммутационный импульс меняет форму и интенсивность в зависимости от наличия или отсутствия ЧР на исследуемом участке изоляции. Потенциальная эффективность предлагаемой технологии контроля частичного разряда достаточно высока, так как позволяет использовать ее в режиме без снятия рабочего напряжения.

Своевременный контроль ЧР и определение характеристик ЧР во внутренней структуре высоковольтной изоляции является ключом к обеспечению стабильной работы энергетических систем [1–3]. Разработка технологии контроля ЧР в высоковольтной изоляции в режиме on-line является актуальной задачей [4–6]. А использование коммутационных импульсов для анализа ЧР, по определению является технологией on-line, не требующей сложной и дорогой аппаратуры контроля. Схема экспериментов была следующей. Импульсный высоковольтный конденсатор ИК-100-0,25 заряжается от источника постоянного тока. Затем, при достижении необходимого уровня заряда, заряженный конденсатор переключался на ячейку с ЧР. Ток в цепи разряда измерялся специально разработанным токовым шунтом. Сигнал с шунта измерялся электронным осциллографом Tektronix TDS 1012. Экспериментальная ситуация без ЧР соответствует форме сигнала на рис. 1, а. На рис. 1, б показана та же экспериментальная ситуация, но ячейка содержит пору с ЧР.