

УДК 681.326.7

Богослав Н. М., Гринюк Д. А., Оробей И. О.

ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НА ЭЛЕКТРОВЗРЫВЕ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

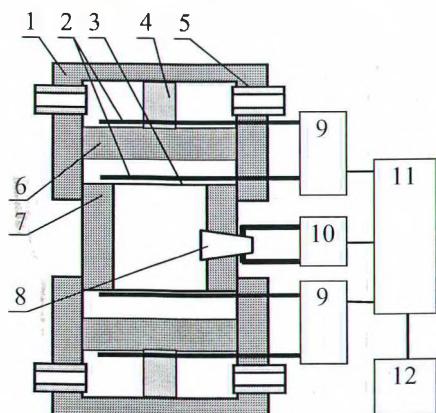
*Белорусский государственный технологический университет,
Минск*

Актуальность. На современном уровне развития технологических процессов химической отрасли возникает необходимость измерения электрокинетического потенциала (ЭКП) для осуществления точной дозировки реагентов и контроля за ходом протекания технологических процессов. Важную роль в решении задач интенсификации технологий играют разработка и внедрение систем управления, эффективность которой во многом определяется информационным обеспечением. К числу объектов технологических процессов, испытывающих информационный «голод», относятся дисперсные системы. Системы регулирования для процессов флокуляции, фильтрации, коагуляции, флотации, которые встречаются в технологических процессах химической отрасли, не могут игнорировать состояние поверхности раздела фаз. Важнейшей характеристикой таких систем является ЭКП.

Цель исследования. Перенос лабораторных методик измерения ЭКП на промышленные системы не позволяет получить удовлетворительный результат. Разработка универсального измерителя ЭКП для широкого круга дисперсных систем практически не осуществима вследствие относительности показаний из-за поляризационных эффектов, необратимых изменений свойств среды (лабильность по отношению к электрическому и акустическим полям), разброса состава коллоидных систем и т. д. [1—3]. Известные решения преобразователей ЭКП не обладают универсальностью, что и предопределяет наличие устройств, основанных на различных электрокинетических явлениях. Разработка промышленных датчиков ЭКП является весьма актуальной для улучшения качества очистки сточных вод. На очистных сооружениях промышленных предприятий используются автоматизированные системы, исключаящие контакт людей с реагентами и предусматривающие их экономный расход. Системы дозирования раствора коагулянта в обрабатываемую воду можно реализовать с использованием преобразователя ЭКП.

Методы исследования. Одним из вариантов моделей данного преобразователя является электрокинетический преобразователь на электровзрыве (электрогидравлическом эффекте). Подобный метод превращения электрической энергии в механическую характеризуется тем, что в сравнительно малом объеме разрядного канала в течение весьма малого промежутка времени образуется высокая плотность энергии с резким повышением давления и температуры. Быстрое расширение канала разряда под действием высокого давления и температуры сопровождается излучением в окружающую среду импульса давления (волны сжатия), который способен при взаимодействии с преградой совершать полезную механическую работу по формообразованию.

В настоящее время реализация электровзрывных процессов представляет собой сравнительно несложную техническую задачу. Электрическая энергия, накапливаемая высоковольтной емкостью или индуктивным накопителем в заданный момент времени с помощью высоковольтных коммутаторов, подается на специальные электродные системы, помещенные в жидкость. Далее под действием высокого напряжения происходит пробой межэлектродного промежутка, и образуется канал разряда.



Измерительный преобразователь ЭКП на электровзрыве:

- 1 — измерительная камера; 2 — электроды; 3 — мембрана; 4 — разделитель потоков; 5 — штуцер; 6 — фторопластовые пластины; 7 — корпус разрядной камеры; 8 — разрядник; 9 — измерительная схема; 10 — схема управления разрядником; 11 — блок управления; 12 — индикация

На рисунке представлен измерительный преобразователь ЭКП, в котором периодический электровзрыв используется в качестве модулятора сигнала. Преобразователь состоит из разрядной камеры 7, заполненной жидкостью. В камере с помощью раз-

ридного устройства с определенной периодичностью создаются электровзрывы, которые сопровождаются излучением в окружающую среду (жидкость) импульсами давления. Вследствие этого происходит деформация мембран 3, и анализируемая жидкость, заполняющая смежную камеру, приходит в движение. При этом происходит тангенциальный снос двойного электрического слоя, что приводит к образованию разности концентраций заряженных частиц на мембране и к возникновению электрического импульса потенциала течения. Образующийся импульс закорачивается с помощью электродов на известный резистор, напряжение на котором фиксируется с помощью измерительной схемы. Номинал сопротивления этого резистора выбирается так, чтобы он был много раз (от 100 до 1000) меньше электрического сопротивления между электродами.

В результате возникновения электровзрыва между электродами 2 возникает ток, который можно рассчитать по формуле [4]:

$$I(t) = \frac{4 \varepsilon \varepsilon_0 V h \rho_0 \zeta_2}{3 \eta} \left[1 - \frac{6}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ \frac{1}{n^2} \exp \left(-n^2 \pi^2 \frac{\eta t}{\rho_0 (2h^2)} \right) \right\} \right] \quad (1)$$

где ρ_0 — плотность раствора; ζ_2 — ЭКП неподвижной поверхности, образующей капилляр; ε , ε_0 — относительная диэлектрическая проницаемость среды и диэлектрическая постоянная; η — вязкость; V — скорость движения жидкости.

Разряд в жидкости характеризуется большой мощностью с высокой скоростью нарастания фронта сдвига, что в соответствии с (1) обеспечивает увеличение амплитуды сигнала и уменьшает влияние обратного осмотического тока.

Переменный характер информативного сигнала необходим для нивелирования неконтролируемого асимметричного потенциала и шумов электродов.

Существенную трудность для интерпретации измерительного сигнала представляет непостоянство значения создаваемого давления. С целью снижения данных недостатков в устройстве применена дифференциальная схема формирования измерительного сигнала. Для предотвращения попадания продуктов разряда в исследуемую среду разрядная камера отделена мембранами от двух измерительных, в одну из которых помещается среда с известным значением ЭКП, в другую подается исследуемая среда. Измерительная схема фиксирует разность сигналов на электродах, что позволяет проводить количественную оценку ЭКП.

Выводы. Использование электроустройства позволяет отказаться от механических движущихся частей, присущих преобразователям ЭКП с вращающимся ротором, и автоматизировать процесс измерения.

Областью применения преобразователя с электровзрывом являются среды со слабыми адсорбционными свойствами при высоких требованиях к точности в окрестностях изоэлектрической точки. В то же время высокое напряжение и возникающий электромагнитный импульс в процессе измерения налагают некоторые ограничения на эксплуатационные характеристики.

Литература

1. Духин, С. С. Электропроводность и электрокинетические свойства дисперсных систем / С. С. Духин. — Киев: Наук. думка, 1975. — С. 246.
2. Горбачук, И. Т. Электрокинетические явления в дисперсных средах / И. Т. Горбачук. — Киев: КГПИ, 1986. — 102 с.
3. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика: учеб. пособие: в 10 т. / Л. Д. Ландау, Е. М. Лившиц. — М.: Наука, 1986. — Т. VI: Гидродинамика. — 736 с.
4. Касим-Заде, М. С. Электрокинетические преобразователи / М. С. Касим-Заде, Р. Ф. Халилов, А. Н. Балашов. — М.: Наука, 1973. — 136 с.

Bogoslav N. M., Hryniuk D. A., Orobei I. O.

Electrokinetic converter based on electro explosion for technological control

Belarusian State Technological University, Minsk

Summary

In work is described the design of the electrokinetic converter on electroexplosion, presented the structure of the measuring scheme of the developed device of definition of electrokinetic characteristics of hydrodisperse environments. The analysis of merits and demerits of the device is carried out.

УДК 621.313

Гончарик Д. Н.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ПОСТОЯННОГО ТОКА С ШИМ-УПРАВЛЕНИЕМ

*Белорусский государственный технологический университет,
Минск*

Развитие автоматизации промышленного оборудования, необходимость гибкого управления технологическим оборудованием ставят задачи поиска новых приемов, способов управления электромеханическими системами, приводящими в движение это