

## ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

УДК 001+378(063)

### Поиск оптимального режима ультразвуковой обработки клеток микроорганизмов активного ила для получения биофлокулянтов

<sup>1</sup>Васильева Ж. В.<sup>1</sup>, Иванова А. А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>г. Мурманск, Мурманский арктический университет, кафедра техносферной безопасности, [vasilevazhv@mstu.edu.ru](mailto:vasilevazhv@mstu.edu.ru);

<sup>2</sup>г. Москва, Российский биотехнологический университет, кафедра химии, [ivanjva@rsbt.ru](mailto:ivanjva@rsbt.ru)

**Аннотация.** Исследовано влияние параметров ультразвуковой обработки микроорганизмов активного ила на степень выделения биофлокулянтов и эффективность очистки сточных вод. Проанализирована эффективность очистки сточных вод активным илом, обработанным акустической кавитацией различной жесткостью режима. Определен оптимальный режим ультразвуковой обработки. Не превышает 4–5 строк

**Ключевые слова:** биофлокулянты, внеклеточные полимерные вещества, избыточный активный ил, реагентная обработка сточных вод Минимум 5 слов

### Search for the optimal mode of ultrasonic treatment of activated sludge microorganism cells to produce bioflocclants

**Vasilieva Zh. V.<sup>1</sup>, Ivanova A. A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Murmansk, Murmansk Arctic University, Department of Technosphere Safety, [vasilevazhv@mstu.edu.ru](mailto:vasilevazhv@mstu.edu.ru);

<sup>2</sup>Moscow, Russian Biotechnological University, Department of Chemistry, [ivanjva@rsbt.ru](mailto:ivanjva@rsbt.ru)

**Abstract.** The influence of parameters of ultrasonic treatment of activated sludge microorganisms on bioflocclant extraction and efficiency of wastewater treatment was investigated. The efficiency of wastewater treatment by activated sludge, treated by acoustic cavitation with different regime rigidity is analyzed. The optimal mode of ultrasonic treatment has been determined.

**Key words:** bioflocclants, extracellular polymeric substances, excess activated sludge, chemical addition wastewater treatment

Поиск новых реагентов для осуществления физико-химической очистки сточных вод является одной из актуальных задач в сфере безопасности водных ресурсов. Широко используемые в настоящее время традиционные коагулянты и синтетические флокулянты ведут к вторичному загрязнению очищаемой воды

---

<sup>1</sup> Примеры указания сведений об авторе(ах) см. Требования к публикациям

ионами тяжелых металлов или токсичными мономерами, образующимися при гидролизе флокулирующих реагентов [1; 2].

С другой стороны, в последние годы стали известны и другие агенты очистки сточных вод – внеклеточные полимерные вещества. Внеклеточные полимерные вещества, или, как их еще называют, микробные биофлокулянты, не образуют вторичного загрязнения их промежуточными продуктами распада, являются биоразлагаемыми, могут обеспечивать качество и полноту очистки [3–6]. ←

Ссылка на  
библиографический источник

При обработке активного ила ультразвуком от пьезоэлектрического излучателя в зонах локального понижения давления образуются разрывы в виде полостей, которые заполняются насыщенным паром данной жидкости, возникают короткоживущие, так называемые, кавитационные пузырьки (рисунок 1)....

Ссылка на рисунок в тексте



Ссылка на  
библиографический  
источник

Рисунок 1 – Кавитационный пузырек в момент взрыва [1]

Было установлено, что столь интенсивные воздействия в кавитационном поле приводят к разрушению бактериальных клеток и/или их чехлов (рисунок 2).

.....

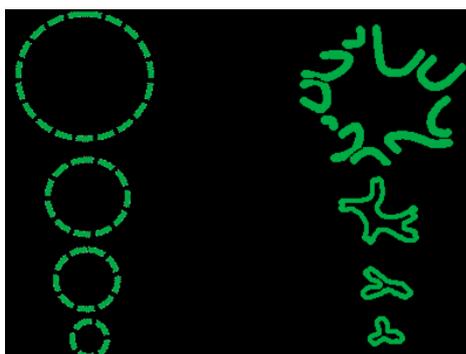


Рисунок 2 – Клетка до и после обработки кавитацией<sup>2</sup>

Сочетание факторов, влияющих на степень выделения биофлокулянтов и эффективность очистки, характеризовали понятием жесткость режима кавитационной обработки, которая определяет сочетание продолжительности воздействия с частотой ультразвуковых колебаний пьезоэлектрического генератора. Под жесткостью режима принят параметр, связывающий частоту

<sup>2</sup> Фото автора

ультразвуковых колебаний генератора и продолжительность обработки, и определяемый по формуле (1):

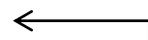
$$\Theta = \tau \times f, \quad (1)$$

где  $\Theta$  – жесткость обработки, кГц · ч;

$\tau$  – продолжительность обработки, ч;

$f$  – частота ультразвуковых колебаний генератора, кГц.

Принятое понятие жесткость режима кавитационной обработки адекватным образом описывает и определяет необходимый режим обработки активного или ультразвуком вне зависимости от имеющегося в наличии пьезоэлектрического генератора и его частоты. Так в нашем случае жесткость режима обработки соответствовала следующим значениям частоты ультразвуковых колебаний и продолжительности (таблица 1):



Ссылка на таблицу  
в тексте

Таблица 1 – Параметры жесткости обработки

Жесткость обработки	Продолжительность обработки**, мин	
	при 22,0 кГц	при 28,0 кГц
1,1 – 2,0 кГц · ч	3,0 – 6,5	2,5 – 4,5
2,5 – 3,5 кГц · ч	7,0 – 9,5	5,5 – 7,5
4,0 – 4,7 кГц · ч	11,0 – 13,0	8,5 – 10,0
5,1 – 11,0 кГц · ч	14 – 30,0	11,0 – 24,0

Примечание. Текст (указывается по необходимости).

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, проект № 00-00-00000.*

*Работа выполнена в рамках Государственного задания.....№.....*

### Список источников Оформление по ГОСТ Р 7.0.5-2008

1. Воюцкий С. С. Курс коллоидной химии. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Химия, 1975. 512 с.
2. Salehizadeh H., Shojaosadati S. A. Extracellular biopolymeric flocculants: Recent trends and biotechnological importance // Biotechnology Advances. 2001. Vol. 19, Iss. 5. P. 371–385. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0734-9750\(01\)00071-4](https://doi.org/10.1016/S0734-9750(01)00071-4).

### Библиографический список (в случае необходимости)

Оформление по ГОСТ Р 7.0.5-2008; ГОСТ Р 7.0.108-2022