

Висновки

Описані вище ножі та спосіб отримання трикутної стружки (рис. 4) пройшли виробничі випробування в 2012 році на Лохвицькому цукровому заводі в барабанних бурякорізках, де довели, що за допомогою запропонованої компоновки ножових рам новими ножами отримується якісна пружна стружка з покращеними дифузійними характеристиками і низьким відсотком браку.

Стружка з трикутним поперечним перерізом отримана вище зазначеним способом відповідає основним технологічним вимогам, які висуваються до бурякової стружки, а за показниками міцності на згин, площі дифундування, мінімального шляху дифундування краща за ромбовидну, яка є на сьогодні найпоширенішою.

Література

1. Современные технологии и оборудование свеклосахарного производства. В 2-х ч. Ч. 1. / В.О. Штангеев, В.Т. Кобер, Л.Г. Белостоцкий и др.; Под ред. В.О. Штангеева. – К.: «Цукор України», 2003. – С. 71 – 72.
2. Гребенюк С.М., Плаксин Ю.М., Малахов Н.Н., Виноградов К.И. Технологическое оборудование сахарных заводов. – М.: КолосС, 2007. – С. 108 – 111.

УДК 628.3: 532.528.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОД РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Шурчкова Ю.А., д.т.н., г.н.с., Недбайло А.Е., к.т.н., н.с.
Институт технической теплофизики НАН Украины, г. Киев

В статье рассмотрены химические и физические методы дезинфекции воды, приведен их сравнительный анализ. Особое внимание уделено гидродинамической кавитации, как универсальному, энерго-сберегающему и эффективному методу подавления микрофлоры в жидкости.

The paper deals with chemical and physical methods of water disinfection. The comparative analysis of these methods is carried out. The most attention was given to the hydrodynamic cavitation, as the universal energy-saving and effective methods of the disinfection of liquids.

Ключевые слова: дезинфекция, бактериальная клетка, кавитация, вода.

На сегодняшний день во всем мире существует проблема эффективного использования водных ресурсов. Особенно остро стоит вопрос безопасности, что затрагивает как обеззараживания водных стоков для вторичного использования, так и обеззараживания воды для водоснабжения населения. Присутствие патогенных микроорганизмов в воде способно вызывать много серьезных заболеваний, в том числе гепатит, холеру, брюшной тиф, дизентерию и др. Поэтому предварительная обработка воды и сточных вод должна включать стадию их дезинфекции.

Наиболее распространенными являются химические методы дезинфекции воды, основанные на введении в жидкость сильных окислителей. К таким методам относят хлорирование, озонирование, использование фтора, йода, ионов тяжелых металлов (таких как серебро, медь, цинк) и др. веществ.

Хлорирование является на сегодняшний день наиболее применимым методом обеззараживания воды в мире и в Украине. При этом применяется либо чистый хлор, либо хлорсодержащие продукты (гипохлорит натрия (NaClO) химический и электролитический, гипохлорит кальция (Ca(ClO)_2), диоксид хлора (ClO_2)). Широкое распространение данный метод получил благодаря сочетанию высокой надежности при уничтожении микроорганизмов, низких затратах, простоты оборудования и методов контроля остаточного хлора. Однако хлор взаимодействует с органическими веществами, содержащимися в воде, образуя канцерогенные агенты. Поэтому при хлорировании питьевой воды, она должна быть очищена от органических примесей.

Одним из эффективных и дорогостоящих реагентных методов обеззараживания воды является озонирование. Как и в случае с хлором, озон вступает в реакцию с неорганическими веществами, образуя так званые озониды, которые тоже относятся к канцерогенным соединениям.

Многие другие химические способы обработки воды также требуют мер безопасности при их применении. Большинство из них изменяют состав и свойства воды, а также их применение может быть ог-

раничено с позиции экологичности и не всегда отвечать современным требованиям, предъявляемым к методам очистки воды.

Альтернативой химическому обеззараживанию воды является применение физических методов. Данные методы основаны на воздействии различных физических полей для дезинфекции жидкости. К ним относятся ультрафиолетовое излучение, воздействие электрического и магнитного полей, ультрафильтрация, обратный осмос, ионизированное излучение, кавитация. Очень важным преимуществом большинства этих методов заключается в их способности прямого воздействия на микроорганизмы, оставляя свойства и компонентный состав воды неизменным. Очень много разработанных физических методов дезинфекции воды находятся на стадии разработки или не нашли широкого распространения за счет высоких энергетических затрат при их использовании.

Среди современных физических методов обеззараживания воды самым распространенным является ультрафиолетовое облучение. Для этого используются ртутные лампы с длиной волны около 254 нм, что обеспечивает существенное влияние на ДНК. Излучение на этих длинах волн вызывает димеризацию тимина в молекулах ДНК. Накопление таких изменений в ДНК микроорганизмов приводит к замедлению темпов их размножения и вымиранию. Необходимая доза облучения, способная уничтожить микроорганизмы, относительно мала. Не смотря на очевидные преимущества данного метода, как экологически чистого и безопасного, он обладает рядом недостатков. Микроорганизмы могут проникать в поры частиц содержащихся в воде, поэтому чтобы обеспечить эффективность данного метода необходимо предварительно обеспечить концентрацию нерастворимых примесей ниже 3 мг/л. Также нужна очистка от органических примесей, способных поглощать излучение с близкими длинами волн. Это вносит дополнительные затраты на обработку. К недостаткам данного метода можно отнести относительно не пролонгированный эффект и целесообразность его применения для санации малых объемов жидкости.

Метод ультрафильтрации довольно эффективен при обеззараживании воды и основан на разности давлений – движущей силе процесса. Данный метод позволяет полностью удалить из воды бактерии, микроорганизмы и вирусы. Технологии ультрафильтрации широко используются в пищевой и фармацевтической промышленности [1]. Обработка сточных вод данным методом, на сегодняшний день имеет потенциал в будущем, так как с развитием технологий цены на мембраны для ультрафильтрации снижаются. В [2] описаны перспективы применения ультрафильтрации на крупных водопроводных станциях.

Новые физические методы санации воды представлены воздействием на микроорганизмы магнитного и электрического полей. В [3] описан механизм воздействия данных полей на бактериальную клетку, основанный на создании полем напряжения на клеточной мембране, превышающей предел ее прочности. Авторы данной работы заявляют о ничтожно малых затратах энергии при обработке жидкостей такими методами. Данные способы обеззараживания воды требуют дальнейших исследований и находятся в стадии разработки.

Одним из эффективных методов уничтожения микроорганизмов в жидкостях является ультразвуковая обработка. Эффект бактериальной санации осуществляется за счет воздействия на клетки акустической кавитации, при которой разрушаются клеточная стенка. [4]. Для санации сточных вод и повторного их использования для орошения сельскохозяйственных культур в работе [5] предлагают использовать ультразвуковую обработку в комплексе с ультрафиолетовым излучением. Не смотря на эффективность уничтожения микроорганизмов, ультразвуковое воздействие целесообразно применять при обработке ограниченных объемов жидкости, а технологии, разработанные на основе данного метода, являются периодическими.

Подобных недостатков лишены способы, основанные на использовании гидродинамической кавитации. В Институте технической теплофизики НАН Украины проводились исследования воздействия кавитации на бактериальные клетки. С точки зрения энергозатрат использование кавитационных механизмов для разрушения бактериальных клеток является экономичным [6]. В качестве кавитатора использовалось устройство лопастного типа. На основании математического моделирования [7] дана оценка силового воздействия ударных импульсов и сдвиговых механизмов, которые приводят к разрушению микроорганизмов. В этой работе также приведен механизм дезинтеграции бактериальных клеток под действием кавитации. Он основан на действии ударных и сдвиговых напряжений, которые возникают при сжатии совокупности пузырьков кавитационного кластера и приводят к разрушению клеточной стенки.

Оценка давления разрушения клеточной стенки была проведена для бактерии группы кишечной палочки - *E. coli*, как индикаторной бактерии, определяющей зараженность воды микроорганизмами [7]. По литературным данным прочность ее стенки составляет 3 МПа, а рассчитанное критическое давление, способное разрушить клеточную стенку, составляет менее 0,8 МПа Импульсы давления при схлопывании кавитационного кластера (рис. 1), полученные с помощью математического моделирования показывают, что их значение превышает критическое давление разрушения клеточной стенки в несколько раз, что и обуславливает дезинтеграцию клеточной стенки.

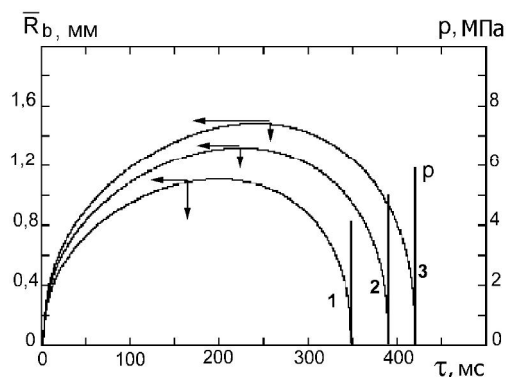


Рис.1 – Изменение во времени размера кавитационного кластера и давления внутри кластера в зависимости от режимов кавитации

Также при разрушении бактериальных клеток необходимо учитывать воздействие сдвиговых напряжений в результате суперпозиции радиальных течений, которые возникают в окрестности роста и схлопывания пузырьков. Расчеты показывают, что скорости сдвига в локальных точках кластера на границах взаимодействия микропотоков составляют $10^5 \dots 10^6 \text{ с}^{-1}$. Согласно [8] величины скорости сдвига, необходимые для разрушения грамположительных бактерий в форме сферы, лежат интервале $8 \cdot 10^6 \dots 9 \cdot 10^7 \text{ с}^{-1}$, а для разрушения грамположительных бактерий в форме палочки достаточно скорости сдвига порядка $5 \cdot 10^5 \dots 7 \cdot 10^5 \text{ с}^{-1}$. Т.е. рассчитанные значения скоростей сдвига способны разрушить клеточные стенки отдельных микроорганизмов.

При разработке технологий санации воды при помощи гидродинамической кавитации необходимо экспериментальным путем подбирать режимы обработки, основываясь на экспериментальных данных по показательным микроорганизмам. Такая обработка воды может использоваться для обработки, как питьевой воды, так и сточных вод для вторичного использования в различных отраслях народного хозяйства. В качестве кавитационных устройств может использоваться широкий спектр кавитаторов, включая роторно-пульсационные аппараты, лопастные, сопловые устройства и др.

Выводы

Анализ методов дезинфекции воды показал, что физические способы бактериальной санации имеют неоспоримые преимущества по сравнению с реагентными, так как они целенаправленно воздействуют на микроорганизмы, не изменяя физико-химических свойств среды. Имеет практическую целесообразность развитие методов гидродинамической кавитации, как универсального эффективного метода подавления микрофлоры в жидкостях.

Литература

1. Laine, J., M. D. Vial, P. Moulart. Status after 10 years of operation – overview of UF technology today. // Proceedings of the Conference on Membranes in Drinking and Industrial Water Production. 2000. Volume 1: Desalination Publications. – P. 17-25.
2. Андрианов А.П., Первов А.Г. Перспективы применения мембранных методов ультрафильтрации и нанофильтрации на крупных водопроводных станциях // Проекты развития инфраструктуры города: Сб. науч. трудов. Вып. 4. Комплексные программы и инженерные решения в области экологии городской среды. М., 2004/
3. A.S. Biryukov, V. F. Gavrikov, L. O. Nikiforova, and V. A. Shcheglov. New physical methods of disinfection of water. // Journal of Russian Laser Research, Volume 26, Number 1, 2005, P. 13-25.
4. Paola Foladori, Bruni Laura, Andreottola Gianni, Ziglio Giuliano. Effects of sonication on bacteria viability in wastewater treatment plants evaluated by flow cytometry—Fecal indicators, wastewater and activated sludge. // *Water Research* Volume 41, Issue 1, January 2007, P. 235–243/
5. U. Neis. T. Blume. Ultrasonic disinfection of wastewater effluents for high quality reuse. // IWA Regional symposium of water recycling, Iraclio, Greece, 26 – 29.09. 2002.
6. Долинский А.А., Иваницкий Г.К. Теплообмен и гидродинамика в парожидкостных дисперсных средах. – Киев: Наукова думка, 2008. – 381 с.
7. Иваницкий Г.К., Шурчкова Ю.А., Недбайло А.Е. Использование гидродинамической кавитации для разрушения бактериальных клеток в технологии обработки молока // Промышленная теплотехника. – 2012. – Т. 34, №3. – С. 31 – 39.
8. Фихте Б.А., Гурвич Г.А. Введение в баллистическую дезинтеграцию микроорганизмов. //Пушино: ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1982. – 123 с.