

ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Соловова Я.В.

научный руководитель канд. техн. наук Дубровская О.Г.

***Сибирский федеральный университет
Инженерно-строительный институт***

Развитие пищевой промышленности, строительство новых и расширение существующих предприятий в настоящее время практически невозможно без решения проблемы очистки их высокозагрязненных стоков. Сточные воды предприятий отрасли относятся к категории высококонцентрированных стоков по содержанию органических загрязнителей и биополлютантов. Загрязнения в таких сточных водах в основном находятся в виде трудноразделимых суспензий, эмульсий, коллоидных и молекулярных растворов. Кроме того, в сточные воды в значительных количествах поступают минеральные примеси и поверхностно-активные вещества.

Общей характеристикой всех сточных вод пищевых производств является наличие в них большого количества органических загрязнений естественного происхождения. Однако в стоках крайне ограничено содержание тяжелых металлов, радионуклидов, пестицидов и других опасных веществ, зависящих от исходных продуктов и технологии производства.

Основными минеральными загрязнениями сточных вод пищевых производств являются хлориды, нитраты, минеральные взвешенные вещества (песок, глина). Бактериальные и биологические загрязнения представляют собой различные микроорганизмы: дрожжевые и плесневые грибки, мелкие водоросли и бактерии, в том числе болезнетворные.

Процесс удаления бактерий называют обеззараживанием. Дезинфекция сточных вод является заключительным этапом их обработки перед сбросом в водоем. Цель дезинфекции – уничтожение патогенных микроорганизмов, содержащихся в сточной воде.

Реальными практическими методами, обладающими необходимым потенциалом обеззараживания воды являются хлорирование, озонирование и УФ-облучение. Существует ряд критериев, по которым оценивается приемлемость того или иного метода: обеспечение удаления патогенных и снижения концентрации индикаторных микроорганизмов до значений, установленных соответствующими санитарными нормативами. При сравнении вышеописанных методов были выявлены основные характеристики процессов обеззараживания и их эффективность (таблица 1).

Работами С. Н. Черкинского и Л. Б. Доливо-Добровольского доказано, что патогенные бактерии кишечной группы обнаруживаются в очищенной воде даже тогда, когда содержание кишечных палочек уменьшается на 99%.

Рассмотренные нами в литературном анализе традиционные методы имеют еще ряд отрицательных характеристик, таких как зависимость от минимального изменения физико-химических свойств воды, зависимость от образования побочных химических веществ в обеззараженной воде и зависимость от расчета точных дозировок подаваемого обеззараживателя. К тому же применяемые методы должны гармонично вписываться в существующие технологические схемы и быть экономически выгодными.

Выбор конкретного метода в каждом случае основывается на комплексном анализе предлагаемого решения с технико-эксплуатационной и экономической точек

зрения. Основное внимание при этом уделяется обеспечению надежного и непрерывного обеззараживания воды.

Таблица 1 – Эффективность обеззараживания воды традиционными методами

Микроорганизм	Хлорирование, мг/л	Озонирование, мг/л	УФ-облучение, мДж/см ²	Эффект, %
Бактерии				
Aeromonas hydrophila	0,8	48	> 6	до 80
Campylobacter jejuni				
Clostridium tetani				
Escherichia coli				
Fecal Coliform				
Fecal Streptococcus	1,4	84	> 8	до 80
Pseudomonas aeruginosa	0,8	48	> 6	до 80
Salmonella paratyphi				
Salmonella typhi				
Shigella dysenteriae				
Shigella flexneri				
Vibrio cholerae				
Streptococcus marginatum				
Oscillatoria putrida				
Arthrospira major				
Грибы				
Leptomitius lacteus	0,8	48	> 6	80 -99
Водоросли				
Cymbella lanceolata	0,8	48	> 6	65-80
Zygnema stellinum				
Desmidium				
Diatoma hiemale				
Вирусы инаktivация, инкубация				
Hepatitis A	0,56	33,6	> 4	60-75
Coliphage				
Coliphage MS-2				
Coxsackie				
Poliovirus				
Rotavirus				
Простейшие				
Giardia lamblia	0,2	12	1,5	80-90

В настоящее время перспективны безреагентные методы очистки сточных вод. Безреагентные методы очистки воды не загрязняют природную среду химическими веществами, не оказывают вредного или раздражающего воздействия на организм человека при контакте с очищенной водой. Одним из перспективных методов очистки воды является обработка воды в кавитационных реакторах.

Кавитация – нарушение сплошности внутри жидкости в результате местного понижения давления. Гидротермодинамическая кавитация вызывает распад молекул воды с образованием сильных окислителей таких как, озон, перекись водорода, атомарный кислород.

При кавитационном воздействии на воду разрушаются коллоиды и частицы, внутри которых могут содержаться бактерии. Тем самым болезнетворные организмы лишаются защиты перед другими химическими и физическими воздействиями кавитации. Бактерицидное действие кавитации прямо пропорционально ее интенсивности, кратности или времени обработки. Воздействие кавитации на водные растворы сводится к расщеплению молекул воды в кавитационных пузырьках. Действие кавитации на воду приводит к изменению ее физико-химических свойств: увеличению рН, электропроводности воды, увеличению числа свободных ионов и активных радикалов, структуризации и активации молекул.

В лаборатории кафедры Инженерных систем зданий и сооружений Инженерно-строительного института СФУ проведены исследования эффективности обеззараживания предварительно очищенного стока предприятий пищевой промышленности с применением кавитационного воздействия в суперкавитационном миксере. В качестве индикаторного организма выбран - кишечная палочка *E.coli* 0,124. Эксперимент проводился с клиновидным кавитатором с углом при вершине клина - 20° , при температуре $20-22^{\circ}\text{C}$. Число оборотов ротора варьировалось в диапазоне от 2000 до 12000 оборотов в минуту. Эффективность обеззараживания определялась по количеству клеток выбранного индикатора до и после обработки. Изменения в клетках кишечной палочки при различном кавитационном воздействии фиксировались микромкопическим обследованием пробы. При минимальном вращении ротора кавитатора наблюдались такие изменения клеточного материала как, деформации клеточной оболочки, сжатие и сдвиги органоидов, а при возрастающей силе кавитации отмечены необратимые разрушения клеточных структур.

По результатам эксперимента получены следующие данные.

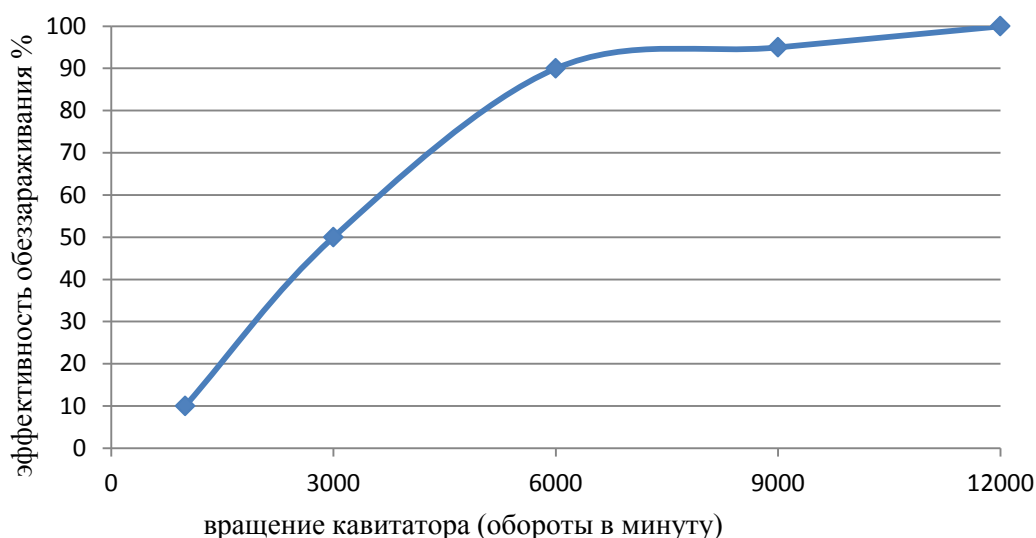


График 1 – Сравнительный анализ эффективности обеззараживания при разных режимах работы кавитатора

Данный метод является перспективным для исследования в области обеззараживания, энергоэффективным и экологически безопасным.