

1. Дрозд Г.Я., Зотов Н.И., Маслак В.Н. Техничко-екологические записки по проблеме утилизации осадков городских и промышленных сточных вод. – Донецк. ИЭП НАН Украины, 2001. – 340 с.

2. Зотов Н.И. Проблемы утилизации осадков сточных вод и пути их решения // Водопостачання та водовідведення. – 2009. – №1. – С.28-34.

3. Зотов Н.И., Чернышева О.А. Агроэкологические аспекты применения осадков сточных вод для удобрения сельскохозяйственных культур // Вісник ДонНАБА. Вип.2(50). – Макіївка, 2005. – С.130-139.

4. Зотов Н.И., Чернышева О.А. Концептуальная модель потоков тяжёлых металлов в агрофере при использовании осадков сточных вод // Вісник ДонНАБА. Вип.6(54). – Макіївка, 2005. – С.170.

5. Зотов Н.И., Чернышева О.А. Утилизация осадков городских сточных вод г.Селидово // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вип.67. – К.: Техніка, 2006. – С.187-190.

6. Чемаева О.В. Экологическая оценка осадков сточных вод и использование их в качестве удобрения: Дисс. ... канд. биол. наук. – Ульяновск, 2003. – 171 с.

7. Губанов Л.Н., Бояркин Д.В., Котов А.В. Использование осадков городских сточных вод при благоустройстве территорий. ННГАСУ. Алаир. Ландшафтный дизайн. Ландшафтная архитектура. – Нижний Новгород, 2008. – 241 с.

*Получено 02.12.2009*

УДК 628.3

Г.И.БЛАГОДАРНАЯ, канд. техн. наук, А.А.ШЕВЧЕНКО

*Харьковская национальная академия городского хозяйства*

С.В.ЛУНИН, канд. техн. наук

*ООО «Пэнэко», г.Харьков*

## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Рассматриваются существующие проблемы очистки высококонцентрированных сточных вод пищевой промышленности и их негативное воздействие на окружающую среду. Освещены современные методы и технологии, применяемые для решения данной задачи.

Розглядаються існуючі проблеми очистки висококонцентрованих стічних вод харчової промисловості та їх негативний вплив на навколишнє середовище. Висвітлено сучасні методи і технології, які використовуються для вирішення даної задачі.

This article deals with the current problem of highly concentrated wastewater treatment of food industry and the resulted negative effects on environment. Also the article shows the actual methods and technologies which are applied to resolve this problem.

*Ключевые слова:* экологическая проблема очистки стоков пищевой промышленности, напорная флотация, аэробные, анаэробные методы очистки.

Предприятия пищевой промышленности (молокозаводы, винозаводы, кондитерские фабрики, мясокомбинаты и др.) являются одними из крупнейших водопотребителей, где 95% сточных вод, образующихся в процессе производства, содержат высокие концентрации загряз-

няющих веществ. Для получения готовой продукции затрачивается в несколько раз больше воды, чем обрабатывается сырья.

Сточные воды предприятий пищевой промышленности относятся к категории высококонцентрированных и имеют нестабильные по качеству и количеству показатели [1, 2]. Такие стоки представляют собой сложные полидисперсные системы и содержат различные по природе загрязнения: жир, молоко, чешую, шерсть, кровь, кусочки тканей животных, соли, минеральные нерастворимые примеси, моющие средства и др. Эти воды характеризуются высокими показателями БПК, ХПК, взвешенных веществ, жиров и др.

Кроме того, опасность загрязнения водных объектов обусловлена тем, что в ряде случаев предприятия пищевой промышленности имеют децентрализованные системы канализации, а также несовершенные технологии производства и системы очистки сточных вод. Среднестатистические показатели сточных вод предприятий пищевой промышленности приведены в таблице.

Характеристики сточных вод предприятий пищевой промышленности [6, 8]

Предприятия	pH	Взвешенные вещества, мг/л	ХПК, мг/л	БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /л
Сахарные производства	6 - 9	1200-2600	4900	1400 - 3600
Производство дрожжей	6,8	1900	1800	1500
Пивоваренные предприятия	6,9	2650	2000 - 6000	1500- 4000
Спиртзаводы (барда)	4	32 000-45 000	20000-48000	15500-29900
Производство слабоалкогольных напитков	6	-	1760	1200
Крахмальные перерабатывающие (картофель) заводы	7,2	600-4700	100-2520	300-1300
Молочные предприятия	6,5-9	350-600	1200-3000	500-2000
Сырзаводы	3,55	400 -750	51200	40 000
Производство казеина	4,4	300-500	52 587	41 083
Фильтрат биомасса	3,35	-	22 200	19 900
Флодоовощные производства	4	20-1800	440-2690	350-2175
Мясоперерабатывающие производства	6,5-7,5	410-12000	1800-12500	650-5100
Кондитерские (усредненный сток) предприятия	4,5-9,9	1220- 1790	6060	2190
Производства мороженого	6 - 11	8000	6000	4000

Так как стоки пищевой промышленности имеют высокую концентрацию загрязняющих веществ, без предварительной (локальной) очистки они не могут быть направлены на городские очистные сооружения, природные водоемы, поскольку вызывают нарушение нормального течения процесса биологической очистки [6].

Поступление на биологические очистные сооружения сточных вод с высоким содержанием взвешенных органических веществ может привести к нарушению кислородного режима в сооружении, а также к изменению концентрации ионов водорода, сопровождающемуся значительным подкислением среды, также может вызвать видовое изменение микрофлоры, увеличить иловый индекс и привести к выносу активного ила из очистных сооружений. Кроме того поступление сточных вод этой категории предприятий в городскую канализационную сеть, где достаточно долгое время они находятся в анаэробных условиях, приводит к их закисанию в результате брожения и снижения рН ниже 5, что приводит к коррозии коллекторов [7]. Жиры, находящиеся в сточных водах, оказывают негативное воздействие на канализационную систему (заиливание трубопроводов, нарушение режима работы очистных сооружений). Очистка таких стоков сопряжена со значительным потреблением растворенного кислорода и, как следствие, возникает необходимость подачи для аэрирования большого объема воздуха. Значительное содержание азота и фосфорсодержащих органических веществ приводит к тому, что они не могут окисляться в течение времени пребывания сточных вод в очистных сооружениях и недоочищенные стоки поступают в водные объекты, а это в свою очередь приводит к эвтрофикации и воздействию на флору и фауну водоема.

Анализ объема потребления воды на технологические нужды, по качественным и количественным характеристикам стоков предприятий пищевой промышленности различного профиля и производительности показал сезонную и суточную изменчивость данных характеристик, высокую степень загрязнения стоков по легкоокисляющимся органическим соединениям и токсическим веществам [1-6].

Применяемые сегодня методы и технологии очистки высококонцентрированных стоков являются несовершенными, в ряде случаев не обеспечивают необходимую степень очистки и утилизацию всех побочных продуктов, образующихся в этом процессе [1, 3, 4]. Применяемые решения не всегда являются экономически обоснованными и энергетически эффективными, и зачастую, решая одну проблему, трансформируют ее в другую, еще более сложную.

Таким образом, экологические проблемы очистки сточных вод пищевой промышленности не решены и требуют дальнейшего изучения.

Анализ литературных источников показал, что в Украине и современных европейских странах ведется интенсивный поиск наиболее рациональных и высокоэффективных методов и технологий очистки

высококонцентрированных сточных вод предприятий пищевой промышленности [1-8]. Наиболее распространенными решениями в этой области являются сочетание классических методов очистки (механической, физико-химической, биологической и т.д.) с новыми методами (обратный осмос, ультрафильтрация, микрофильтрация, электродиализ, усовершенствованные биологические методы и др.).

Учитывая, что на большинстве предприятий пищевой промышленности локальные очистные сооружения отсутствуют либо работают малоэффективно, вопрос организации эффективной локальной очистки становится весьма актуальным.

Современные решения проблемы очистки промышленных стоков должны отвечать критериям необходимого качества очистки сточной воды, а также обеспечивать высокую интенсивность процесса обезвреживания, надежность работы при залповых сбросах, простоту обслуживания, компактность очистных сооружений при экономии ресурсов и энергии, минимальное образование вторичных отходов.

Анализ методов очистки сточных вод пищевой промышленности показал, что наиболее перспективными технологиями очистки сточных вод являются физико-химические, биологические и комбинированные методы.

Из физико-химических методов очистки сточных вод наиболее эффективным для предприятий пищевой промышленности является метод напорной флотации [3, 4], который позволяет обеспечить высокую степень очистки от нерастворенных примесей, взвешенных веществ, жиров и ПАВ, содержащихся в высоких концентрациях и являющихся характерными для предприятий данной отрасли [3].

Отличие данного метода – в высокой эффективности захвата мельчайшими пузырьками воздуха частиц загрязнений, в результате образуются хорошо удаляющиеся флотокомплексы.

Для интенсификации скорости флотационного извлечения частиц за счет их укрупнения целесообразно применение коагуляции и флотации [3, 4]. Тип и дозы реагентов подбираются на основании результатов предварительных экспериментальных работ, что позволяет увеличить эффективность очистки стоков на 15-20%.

Преимущество данного метода заключается в высокой степени очистки и непрерывности процесса. В свою очередь, простота и компактность установки позволяет существенно сократить строительномонтажные работы и размещать её на территории предприятия [3, 4].

Основным недостатком данного решения является недостаточно высокая степень очистки по ХПК и БПК, так как большинство биогенных элементов в сточных водах находится в растворенном виде. Кроме

этого в процессе очистки образуется большое количество флотошлама, требующего последующей стабилизации и обезвоживания, на что расходуются дорогие реагенты.

Использование данного метода не позволяет в полной мере обеспечить заданную степень очистки, поэтому необходимо применение биологических аэробных и анаэробных методов.

Аэробная очистка, применимая для пищевых предприятий, обеспечивает высокую степень очистки сточной воды, характеризующейся невысоким (до 2000 мг/л) значением ХПК [2]. Это могут быть кондитерские фабрики, заводы плавленых сыров, молокозаводы, заводы по производству мороженого, колбасные цеха, заводы по производству растительных масел и продуктов на их основе, фабрики по переработке сои и т.д.

При биологической очистке происходит деструкция белков, жиров, углеводов, ПАВ, винной кислоты и прочих соединений бактериями, находящимися как в иммобилизованном, так и в свободно плавающем состоянии в аэробных условиях, однако для развития микробных культур должны быть созданы оптимальные условия. В этом направлении наиболее перспективными являются аэротенки, работающие с высокими дозами активного ила и чистым кислородом.

Особенностью аэробных методов очистки является обеспечение водных биоценозов кислородом для окисления содержащихся в воде загрязнений с получением углекислого газа, минеральных соединений и биомассы.

Благодаря новейшим разработкам и технологии подачи окислителя в аэробных реакторах создаются зоны бедные кислородом и зоны обогащенные кислородом. Благодаря этому одновременно протекают аноксидационные реакции, необходимые для селекции и накопления микрофлоры, образующей полифосфаты, разложения нитратов (при повторном возвращении активного ила) и оксидационные процессы, позволяющие снизить ХПК и БПК.

К преимуществам аэробного метода можно отнести: возможность работы при низких концентрациях загрязнений ХПК, БПК в сточных водах, снижение содержания соединений азота и фосфора, возможность использования нескольких ступеней очистки для достижения требуемых значений ПДК, сравнительно небольшие инвестиционные затраты [6].

Несмотря на все положительные качества данного метода, аэробная биологическая очистка имеет ряд существенных недостатков, связанных с большими затратами на аэрацию и утилизацию избытка активного ила. Помимо крайней экономической неэффективности данно-

го метода, переменный состав сточных вод и высокая концентрация загрязнений более 2000 мг/л ХПК часто приводит к перегрузкам сооружений аэробной биологической очистки, в результате чего загрязнения беспрепятственно попадают в окружающую среду.

Экономически эффективным и экологически приемлемым решением существующей проблемы может служить комбинированная анаэробно-аэробная технология очистки концентрированных сточных вод.

Применение анаэробно-аэробных методов очистки сточных вод наиболее эффективно, так как, используя только анаэробную стадию очистки, невозможно достичь жестких нормативов как при сбросе очищенных сточных вод на городские очистные сооружения, так и в поверхностный водоем [1, 5]. В этом случае анаэробный метод очистки применяется как первая биологическая ступень, а в качестве доочистки используются одна или две стадии аэробной очистки.

Особенностью анаэробных методов очистки является получение в качестве конечных продуктов при разложении органических углеводородных соединений – метана и диоксида углерода. При использовании этих методов не требуется аэрация воды кислородом и образуется незначительное количество избыточного ила [2].

Преимущества комбинированной технологии по сравнению с традиционной аэробной очисткой заключается в следующем: высокая степень очистки сточных вод с высокими концентрациями органических загрязнений ХПК >2000 мг/л, небольшой прирост избыточной биомассы в 5-10 раз меньше, чем при аэробной очистке (биомасса стабильна, не загнивает при хранении), устойчивость к длительным перебивам в подаче сточных вод, низкие эксплуатационные затраты.

Основным недостатком данной технологии являются высокие капиталовложения.

Таким образом, экологические проблемы очистки сточных вод пищевых производств могут быть частично решены при применении физико-химических и биологических методов. Однако для комплексного и энергоэффективного решения данной проблемы необходима комбинация физико-химических (напорная флотация, обработка реагентами) и биологических (окисление микрофлорой в анаэробных и аэробных условиях) методов. Такое сочетание нивелирует недостатки каждого из методов и позволяет наиболее эффективно решать поставленную задачу.

1.Чеботаева М.В. Очистные сооружения BIOMAR® в индустрии напитков в России // Пиво и напитки. – 2008. – №4. – С.44-45.

2.Шустер К., Нойберт И. Анаэробная обработка высококонцентрированных стоков

молочных предприятий // Экология производства. – 2009. – №11. – С.50-52.

3.Шустер К., Бенуа Х. Технология напорной флотации В&S-DAF // Экология производства. – 2007. – №4. – С.1-4.

4.Шапкин Н.П., Скобун А.С., Жамская Н.Н., Завьялов Б.Б., Царев Д.В.Физико-химические исследования очистки сточных вод // Материалы междунар. конгр. «Вэй-стэк-2003». – М., 2003. – С.164-165.

5.Демин И.А. Современные очистные сооружения для пивоваренного завода // Пиво и напитки. – 2006. – №2. – С.8.

6.Корчик Н.М. Технологии очистки сточных вод предприятий пищевой промышленности // Материалы IV междунар. конф. «Сотрудничество для решения проблемы отходов». – Харьков, 2007. – С.251-254.

7.Храмцов А.Г., Нестеренко П.Г. Технология продуктов из молочной сыворотки. – М.: ДелЛи принт, 2004. – 587 с.

8.Маркитанова Л.И. Мониторинг загрязненности водных систем органическими веществами // Процессы и аппараты пищевых производств: Электронный научный журнал. Вып.2. Сер.: Процессы и аппараты пищевых производств. – СПб.: Санкт-Петербург. гос. ун-т низкотемпературных и пищевых технологий, 2006. – С.8-11.

*Получено 10.12.2009*

УДК 628.162

**В.А.КОВАЛЬЧУК**, канд. техн. наук, **О.В.КОВАЛЬЧУК**

*Національний університет водного господарства та природокористування, м.Рівне*

**В.І.САМЕЛЮК**

*ТОВ фірма «Лантан», м.Рівне*

## **БИОТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ СТИЧНЫХ ВОД ПИДПРИЄМСТВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

Наведено обґрунтування біотехнології очистки стічних вод підприємств харчової промисловості.

Приведено обоснование биотехнологии очистки сточных вод предприятий пищевой промышленности.

The substantiation of food industry plants wastewater treatment biotechnology is in-  
stanced.

*Ключові слова:* харчова промисловість, стічні води, біотехнологія очистки.

Харчова промисловість є однією з провідних галузей промисловості України, що динамічно розвивається. В Україні промислове виробництво харчових продуктів здійснюють понад 22 тис. підприємств, на яких зайнято більше мільйона працюючих. За різними оцінками, продукція харчової промисловості нині складає 15-21% від усієї промислової продукції, що виробляється в Україні [1]. Суттєві внутрішні і зовнішні інвестиції в українські підприємства харчової промисловості, а також впровадження міжнародного досвіду стали поштовхом до позитивних змін у галузі, привели до значного покращання якості продукції.