

доступа: <http://www.eia.gov/forecasts/aeo/index.cfm> – Название с экрана.

2. International Energy Statistics. Crude Oil Proved Reserves (Billion Barrels) [Электронный ресурс]: U.S. Energy Information Administration (EIA). – Режим доступа: <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/>

IEDIndex3.cfm?tid=5&pid=57&aid=6 – Название с экрана.

3. Брагинский О.Б. Мировая нефтепереработка. Экологическое измерение/ О. Б. Брагинский, Э. Б. Шлихтер. – М.: Academia, 2002. – 262 с.

УДК 502.654

Симанина И.В., Сидорская С.А. Науч. рук. Хрипович А.А.  
**Сточные воды пищевой промышленности**

Белорусский национальный технический университет

Сточные воды (СВ) предприятий пищевой промышленности образуются при мойке сырья, оборудования, производственных помещений, а также после использования воды и пара в технологических процессах. Образующиеся СВ содержат агрегативно-устойчивые коллоиды, в состав которых входят животные и растительные жиры, белки (в т.ч. кровь), крахмал, сахар, а также соли, углеводы, красители, загустители, ПАВы, консерванты, ароматизаторы, усилители вкуса и пр. Неравномерность поступления на очистные сооружения СВ предприятий пищевой промышленности, а также значительные колебания качественного и количественного состава содержащихся в них загрязняющих веществ требуют обязательного усреднения потоков СВ после их механической очистки и отстаивания.

При сбросе СВ предприятий пищевой промышленности в водоём или на рельеф используют глубокую аэробную биологическую очистку, нитрификацию, денитрификацию и обеззараживание.

Технологические процессы предприятий пищевой промышленности требуют использования только питьевой воды, что практически исключает повторное использование очищенных СВ после соответствующей очистки.

Как следует из таблицы 1, СВ пищевых предприятий характеризуются высокими показателями БПК, ХПК, взвешенных и биогенных веществ, что не позволяет, как правило, осуществлять их сброс в коммунальные системы водоотведения или непосредственно в водные объекты.

Эти СВ можно, в основном, отнести к категории высококонцентрированных стоков по органическим загрязнениям [1].

Таблица 1. Основные показатели загрязнения сточных вод пищевых предприятий

Наименование отрасли	Значение показателей загрязнения, мг/дм <sup>3</sup>					
	БПКп	ХПК	Взвешенные в-ва	Азот общий	Фосфор *	pH
Мясоперерабатывающая	800–1500	1600–2000	1500–2000	100–150	40,0–80,0	6,5–8,5
Молокоперерабатывающая	1200–2400	1500–3000	300–600	50–90	8,0–16,0	6,0–8,0
Рыбоперерабатывающая	590–1300	1080–2009	1300–1350	30–40	9,0–29,0	7,0–8,0
Хлебопекарная	400–450	550–680	100–150	40–60	5,0–10,0	6,0–8,0
Флодоовощная	150–1610	190–2010	160–2180	20–30	0,1–1,4	6,0–7,5
Пивоваренная	800–1000	1200–1500	500–600	24–34	4,5–7,5	7,0–7,5
Ликероводочная	50–55	90–120	500–250	15–20	2,0–4,0	8,0–10,0
Спиртовая	400–500	500–600	400–440	15–20	2,2–4,0	5,0–6,0

\* (в пересчете на P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

На пищевых предприятиях применяют механические, физико-химические, биологические методы очистки СВ. Механические методы очистки предназначены для удаления из СВ нерастворимых примесей и основаны на процессах процеживания, отстаивания и фильтрования, а также действие центробежных сил [2].

Работа сооружений биологической очистки характеризуется такими показателями, как БПК, ХПК, перманганатная окисляемость, наличием биогенных элементов, реакцией среды, температурой. Известно, что для одних и тех же СВ величина ХПК всегда больше БПК. При этом, если БПК/ХПК больше 0,5, СВ следует направлять на сооружения биологической очистки, в противном случае их подвергают физико-химической обработке, таких как мембранная фильтрация, электродиализ, флотация, реагентная обработка.

Таблица 2. Параметры производственного стока пищевых предприятий

Отношение параметров	Величина отношения параметров для разных отраслей *							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ХПК/БПК <sub>п</sub>	1,56	1,25	1,63	1,45	1,25	1,50	2,00	1,22
ХПК/N <sub>общ</sub>	14,40	32,1	44,0	12,4	44,0	46,5	6,0	31,4
БПК/N <sub>общ</sub>	9,2	25,7	27,0	8,5	35,2	31,0	3,0	25,7
БПК <sub>п</sub> /ХПК	0,64	0,80	0,61	0,69	0,80	0,67	0,51	0,81

\* Цифрами обозначены следующие отрасли пищевых предприятий: 1 – мясоперерабатывающая; 2 – молокоперерабатывающая; 3 – рыбоперерабатывающая; 4 – хлебопекарная; 5 – плодоовощная; 6 – пивоваренная; 7 – ликероводочная; 8 – спиртовая.

Как следует из таблицы 2, отношение БПК/ХПК больше 0,5, поэтому все СВ можно подвергать биологической очистке.

Высокое значение отношения  $\text{ХПК}/\text{N}_{\text{общ}}$  делает предпочтительной денитрификацию. Для нормального хода процесса биологической очистки необходимо присутствие в СВ биогенных элементов – азота и фосфора. Содержание азота и фосфора должно удовлетворять соотношению  $\text{БПК}:\text{N}:\text{P} = 100:5:1$ . Для рассматриваемых СВ такие соотношения представлены в таблице 3, из которых следует, что для СВ пищевой промышленности это соотношение соблюдается. При биологической очистке указанных СВ требуется подпитка фосфором или смешивание с другими стоками, содержащими много фосфора.

Таблица 3. Отношение значений БПКп, общего азота и общего фосфора в СВ пищевых предприятий

Наименование отрасли	Отношение значений БПКп, общего азота и общего фосфора (БПКп:N:P)
Мясоперерабатывающая	100:10,8:5,20
Молокоперерабатывающая	100:3,9:0,70
Рыбоперерабатывающая	100:3,7:2,00
Хлебопекарная	100:11,7:1,80
Фрутоовощная	100:2,8:0,08
Пивоваренная	100:3,2:0,67
Ликероводочная	100:33,3:5,70
Спиртовая	100:3,9:0,69

Подробный анализ состава и свойств СВ пищевых предприятий показывает, что для удаления из них растворенных органических примесей наиболее целесообразно использовать биологические способы очистки [3, 4].

Согласно рекомендациям ЕС [5] в пищевой промышленности рекомендованы к применению следующие наилучшие доступные технологии очистки СВ:

- Сокращение водозабора и образования СВ;
- Сокращение до минимально возможного уровня водопотребления технологических процессов;
- Повышение степени повторного использования;
- Создание системы сбора и разделения СВ;
- Удаление из СВ азота и фосфора.

Примеры технологий, реализованных в странах Европы и Северной Америки, но не получившие пока широкого распространения в России и Беларуси [6]:

- *Фитотехнологии очистки СВ* применяются для доочистки стоков от взвешенных веществ, азота, фосфора, органических соединений и др., а также для обеззараживания сточных вод.

- *Биосорбционная доочистка* предназначена для глубокого удаления из СВ органических веществ, включая микрозагрязнения, и окисления аммонийного азота.

- *Озонирование в сочетании с использованием пероксида водорода* предназначено для обезвреживания содержащихся в СВ органических соединений.

- *Электроосмотическое обезвоживание осадка СВ* применяется для обезвоживания осадка СВ и повышения содержания сухого вещества в обезвоженном осадке.

- *Удаление азота из СВ посредством окисления аммония нитритом* позволяет удалить азот из высококонцентрированных (по аммонийному азоту) СВ, включая возвратные потоки от обезвоживания сброженного осадка.

- *Биологическая очистка с применением гранулированных илов* предназначена для удаления биогенных элементов и ориентирована на получение

активных илов с пониженным иловым индексом и высокими седиментационными способностями.

### Библиографический список

1. Яромский, В. Н. Очистка сточных вод пищевых и перерабатывающих предприятий / В. Н. Яромский. – Минск: Издательский центр БГУ, 2009. – 171 с.
2. Яромский, В. Н. Экспериментальные исследования канализационной решетки «нового типа» / В. Н. Яромский, В. В. Шкодов // Материалы научно-технической конф., посв. 30-летию ин-та; Брест. политех. ин-т, Брест, 1996 г.: в 2 ч., ч. 1. – С. 228–230.
3. Яромский, В. Н. Совершенствование конструкций комбинированных биоокислителей для очистки сточных вод / В. Н. Яромский // Строительная наука и техника. – 2010. – № 1–2 (28–29). – С. 147–149.
4. Яромский, В. Н. Исследование процесса очистки сточных вод на комбинированных биоокислителях / В. Н. Яромский, Э. И. Михневич // Вестник БНТУ. – 2010. – № 6. – С. 62–66.
5. «СИАА (2002 г.). «СИАА Background Document for the Technical Working Group on the «Food and Drink» BAT Reference Document Rev. 7 (Базовый документ «СИАА» для технической рабочей группы по справочному документу НДТМ «Продукты питания и напитки» ред. 7»).
6. ИТС 8-2015 «Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях», Москва. Федеральное Агентство по техническому регулированию и метрологии, Бюро НТД. 2015 г. – 129 с.