

Значение кислотного числа подсолнечного масла при температуре 40°C во всем временном интервале и при температуре 75°C в интервале обработки до 40 мин соответствует предъявляемым требованиям. В то время как кислотное число рапсового масла при всех исследованных температурно-временных режимах превышает требуемые значения. Использование смеси рапсового масла в сочетании с подсолнечным позволяет получить кислотное число меньше 0,4 мг КОН/г при обработке не более 30 мин при температуре 40°C и до 10 мин при температуре 75°C.

Таким образом, исследования показали, что при термическом воздействии в рапсовом и подсолнечном маслах, а также их смеси протекают окислительные процессы. Интенсивность их протекания зависит как от температуры, так и от времени термообработки. Поэтому необходимо перед использованием указанных масел в качестве сырья для получения пищевых и косметических продуктов производить обязательный контроль по перекисному и кислотному числам, а также учитывать возможное их изменение в процессе технологической переработки. Для предотвращения нежелательных деструкционных процессов представляет практический интерес введение в исходные системы антиоксидантов.

#### Литература

1. Кривова А.Ю., Паронян В.Х. Технология производства парфюмерно-косметических продуктов. М.: ДеЛи принт, 2009. 668 с.
2. О'Браен Р. Жиры и масла: производство, состав и свойства, применение; пер. с англ. 2-го изд. В.Д. Широкова, Д.А. Бабейкиной. СПб.: Профессия, 2007. 752 с.
3. Степычева Н. В., Фудько А. А. Купажированные растительные масла с оптимизированным жирно-кислотным составом // Химия растительного сырья. 2001. №2. С.27–33.
4. Арутюнян Н.С. Лабораторный практикум по химии жиров / Н.С. Арутюнян и др., под ред. проф. Н.С. Арутюняна. СПб.: ГИОРД, 2004. 264 с.
5. Паронян В.Х. Технология жиров и жирозаменителей. М.: ДеЛи принт, 2006. 760 с.

УДК 628.337

### **ОЧИСТКА ЖИРОСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД МЯСОМОЛОЧНЫХ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ**

*Крутов А.В., канд. техн. наук, доцент, Бойко М.А.*

*(Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск)*

Сточные воды цехов переработки мяса и молока сельскохозяйственных производственных кооперативов относятся к категории высококонцентрированных по органическим загрязнениям, они содержат 1200...2000 мг/л взвешенных веществ и до 300 мг/л жиров. Эти стоки, как правило, имеют рН 7-7,5, концентрацию хлоридов до 1000 мг/л. Так как в производственном процессе используются моющие средства, азотнокислый натрий, стоки здесь содержат нитриты в пределах от 0,002 до 0,02 мг/л и нитраты до 0,05 мг/л [1]. Органические вещества сточных вод составляют в основном жир, кровь, фрагменты тканей животных и птицы.

Содержание жира в сбрасываемых стоках лимитируется на уровне 20-60 мг/л с целью защиты канализационной сети, систем биологической очистки от жировых отложений [2]. Все сточные воды цехов переработки мяса, а также извлеченные загрязнения, оставленные без надлежащей обработки, скоротечно загнивают, создавая антисанитарные условия на производстве. Поэтому обработка сточных вод должна проводиться без задержки, своевременно, как и направление на утилизацию, и переработку извлеченных из сточных вод осадков.

Следует отметить, что аналогичны по своему составу и стоки цехов переработки мяса на птицефабриках. Достаточно высокое содержание в стоках мясных и молочных

производств, хлоридов, позволяет эффективно применять для очистки и обеззараживания воды, используемой в производственном процессе, электрофизические методы обработки стоков, в частности электрокоагуляцию и электрофлотацию.

Молочная промышленность Республики Беларусь идет по пути наращивания потенциала. В хозяйствах, особенно в последние годы, наблюдается увеличение поголовья дойного стада. Вместе с тем создаются новые доильно-молочные блоки, использующие современное оборудование, в том числе и с программным управлением. Но, как известно, масштабное производство молока это не конечная цель. Не менее важной и сложной задачей является его переработка.

На молокоперерабатывающих предприятиях в процессе переработки молока и мойки технологического оборудования, трубопроводов, тары и производственных помещений образуются огромные объемы высококонцентрированных сточных вод, содержащих частицы жира, растворимый молочный сахар, растворы белковых веществ, моющие и дезинфицирующие средства. Эти воды характеризуются высокими показателями БПК, ХПК, взвешенных веществ, жиров и др. Качественные характеристики сточных вод зависят от мощности молокоперерабатывающего предприятия и ассортимента выпускаемой продукции, при этом расход свежей воды составляет в среднем 3–12 м<sup>3</sup>/т молока. В соответствии с существующими требованиями стоки молокоперерабатывающих предприятий перед их сбросом в городскую канализацию или на собственные сооружения биологической очистки должны проходить локальную очистку. Локальные очистные станции молокозаводов должны быть компактны, просты и надежны в работе, а также обеспечивать требуемую степень очистки.

В настоящее время широко распространена схема, которая включает две ступени. Первая: физико-химический способ очистки, обеспечивающий достижения требований для слива на биологические очистные сооружения. Технология очистки сточных вод основана на физико-химическом методе. Технология содержит стадию удаления крупных механических примесей, свободных и эмульгированных жиров и масел, разделение суспензии отстаиванием, а также стадию обезвоживания осадков фильтрованием или центрифугированием. Вторая ступень: биологический метод очистки с целью достижения требований для сброса в рыбохозяйственный водоем - доочистка сточных вод с использованием анаэробных и аэробных процессов с одновременной интенсификацией. Для интенсификации процессов биологической очистки используется высокоэффективная система аэрации. Для доочистки предусмотрена стадия фильтрации на зернистой загрузке. Дезинфекция сточных вод осуществляется ультрафиолетом.

Однако исследования показали, что наиболее эффективной и менее энергозатратной в этой области, является электрохимическая очистка с применением электромагнитных полей. Принципиальная схема, позволяющая реализовать данный метод, представлена на рисунке 1. При прохождении очищаемых стоков между электродами под воздействием электрического поля происходит нейтрализация заряда загрязняющих частиц с последующей их коагуляцией. Пузырьки газа, которые образуются при электролизе, осуществляют флотацию загрязнений. Для достижения максимальной степени очистки необходимо исключить возможность нейтрализации зарядов, в связи с этим рабочую камеру электроактиватора следует разделить с помощью ионоселективной перегородки на катодную и анодную. Так как состав загрязнений сточных вод зависит от ассортимента выпускаемой продукции и может меняться в течение года, то электрохимическая обработка стоков должна быть дифференцирована с учетом этого, что позволит снизить энергозатраты на очистку.

В случае применения растворимых электродов (обычно железных или алюминиевых) происходит анодное растворение металла, в результате чего в воду переходят катионы железа или алюминия, которые образуют с водой распространенные в практике водообработки коагулянты, способствующие дополнительному укрупнению частиц загрязнений.

За рубежом созданием флотаторов для очистки воды занимаются многие фирмы в США, Японии, Франции и других странах. Оригинальные конструкции флотаторов разработаны фирмами «Дегремон» (Degremont) и «Рено» (Reno) (Франция). Над поверхностью воды во флотаторах устанавливается металлическая решетка, которая позволяет получить более толстый и осушенный слой пены с концентрацией взвеси до 150 г/л. Время очистки воды составляет 15 мин при нагрузке 5,5 м<sup>3</sup>/ч и рециркуляции 15–20 % очищенной воды через систему сатурации под давлением 0,45 МПа. В пневматические флотаторы воздух подается под давлением 0,1–0,2 МПа через сопла диаметром 0,8–1,2 мм со скоростью 0,1–0,2 м/с или через пористые трубы с порами размером 10–50 мкм.

Многоступенчатый пневматический флотатор состоит из нескольких секторов, через которые последовательно проходит вода. Воздух подается одновременно в каждый сектор. Пенный продукт удаляется вентилятором, всасывающее отверстие которого расположено на высоте 300–500 мм над уровнем жидкости. Вентилятор включается периодически на 4–5 мин через 5–6 мин. Пенный продукт содержит 500–800 мг/л ПАВ при концентрации их в исходной воде 5–7 мг/л. На установке производительностью 3800 м<sup>3</sup>/сут за 10 мин обработки концентрация ПАВ в воде снижалась с 3,5 до 1,1 мг/л. При этом интенсивность аэрации составляла 25 м/ч, а расход воздуха – 5 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> воды.

Удержание веществ мембраной зависит от их размеров и формы молекул. В качестве индикатора удерживающей способности используется молекулярная масса растворенного вещества, при которой мембрана удерживает до 90 % молекул. Многие вещества обладают способностью к коагуляции в стесненных условиях, вследствие чего действительный размер молекул у поверхности мембраны может оказаться намного больше, чем в исходной жидкости. Для максимального удержания данного вида молекул рекомендуется применять мембраны, граница фильтрации которых намного ниже молекулярной массы вещества.

Для более эффективного удаления скоагулировавшихся частиц жира нами предложен электрофлотокоагулятор с электромагнитным гидроциклоном (рис. 1).

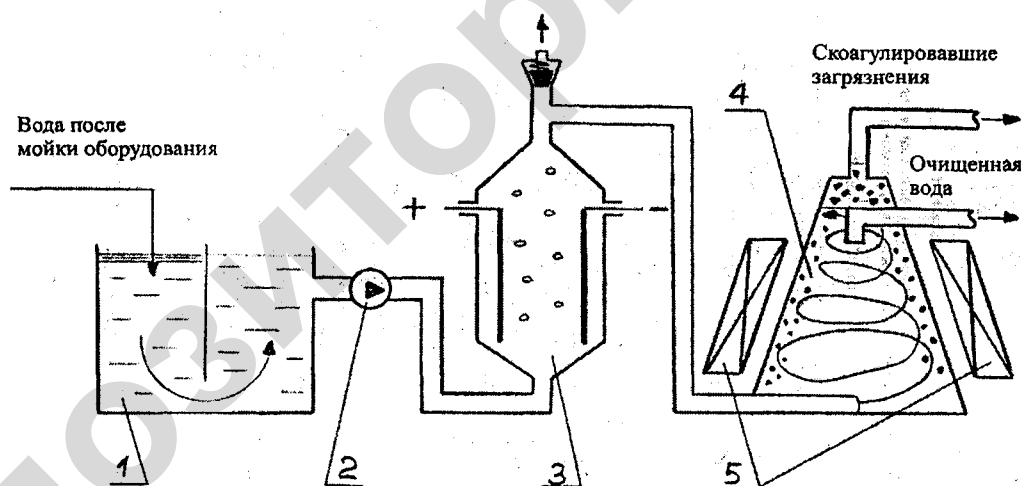


Рисунок 1 – Принципиальная схема электрокоагуляционной установки с электромагнитным циклоном

1 – резервуар со сточными водами; 2 – насос; 3 – электроактиватор;  
4 – электромагнитный циклон; 5 – электромагниты

Наложение дополнительного поля массовых сил электромагнитной природы, аналогичного полю центробежных сил, которые имеют место в гидроциклонах, на объем дисперсной системы, позволяет гораздо быстрее осуществить процесс отделения частиц дисперсной фазы. Такие силы могут возникать при наложении неоднородного магнитного поля на объем очищаемой жидкости. На приведенной схеме электромагнитный циклон служит для разделения жидкой среды, прошедшей электрокоагуляционную очистку, на

скоагулировавшие загрязнения и чистую воду. Он представляет собой проточную емкость в виде конуса, с наружной стороны которого установлены электромагниты, причем, предусматривается регулировка величины напряженности магнитного поля.

Эффективность электромагнитной очистки зависит от многих параметров: напряженности электрического и магнитного поля, плотности тока, продолжительности обработки и др. Соответственно положительный результат может быть получен только при оптимизации данных параметров. Удельные затраты электроэнергии составляют 0,5–0,7 кВтч/м<sup>3</sup>.

#### Литература

1. Никифоров, Л.Л. Научно-практические основы совершенствования процесса и аппаратного оформления очистки сточных вод мясоперерабатывающих предприятий.- Москва, 2008. – 45 с.
2. Колесников, В.А. Меньшутина, Н.В. Анализ, проектирование технологий и оборудования для очистки сточных вод. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 266 с.

УДК 535.37

### СПЕКТРАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ЖИДКИХ РАСТВОРОВ СОЛЮБИЛИЗИРОВАННОГО ПЛЮРОНИКОМ ПРОИЗВОДНОГО БОРФТОРИДДИПИРРОЛИМЕТЕНА

*Павич Т.А.<sup>1</sup>, канд. хим. наук, Соловьев К.Н.<sup>1</sup>, д-р физ.-мат. наук, профессор,  
Арабей С.М.<sup>2</sup>, д-р физ.-мат. наук, доцент, Кузнецова Р.Т.<sup>3</sup>, д-р физ.-мат. наук, профессор,  
Мартыанова Е.Г.<sup>3</sup>, канд. хим. наук, Аксенова Ю.В.<sup>3</sup>, Майер Г.В.<sup>3</sup>, д-р физ.-мат. наук,  
профессор, Березин М.Б.<sup>4</sup>, д-р хим. наук, профессор*

*(<sup>1</sup>Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси, Минск, Беларусь;*

*<sup>2</sup>Беларусский государственный аграрный технический университет, Минск;*

*<sup>3</sup>Томский государственный университет, Россия; <sup>4</sup>Институт химии растворов  
им Г.А.Крестова РАН, Иваново, Россия)*

Для создания окрашенных функциональных материалов (в том числе и пищевых продуктов) как правило используют предварительное растворение красителей в основе материала, либо их сорастворение в специфических растворителях с последующей окраской материала. В случае слаборастворимых красителей часто используют плуроники (дифильные соединения), поскольку они образуют стабильные супрамолекулярные ассоциаты с красителями, которые затем непосредственно вводят в объем материала. Плуроники способны самособираться в мицеллы различной морфологии, и, например, в водной среде они имеют гидрофобное ядро, которое служит полостью для солюбилизации (самопроизвольного проникновения) слаборастворимых гидрофобных компонентов (красителей), и гидрофильную оболочку, обеспечивающую водную стабильность. Плуроники уже нашли применения при приготовлении пищевых продуктов, сельскохозяйственных кормовых компонентов, лекарственных и косметических препаратов, красок, бумаги, при очистке воды и в других сферах [1-3].

Одним из таких дифильных соединений является Плуроник F-127 (Пл F-127, тройной блоксополимер этилен- и пропиленоксида, рисунок 1а), облегчающий растворение нерастворимых в различных средах (в том числе и в воде) красителей. В настоящей работе выполнены исследования закономерностей взаимодействия дибензилтетраметилборфториддипирро-лилметена ((СН<sub>2</sub>Ph)<sub>2</sub>(СН<sub>3</sub>)<sub>4</sub>ВОDIPY, (I), рисунок 1,б) с Пл F-127 в водно-спиртовых растворах и концентрационных параметров, обеспечивающих солюбилизацию I, т.е. исследования закономерностей получения стабильных супрамолекулярных аддуктов «краситель-плуроник». В этаноле I эффективно генерирует