

УДК 628.316.13

**Л.Г. СПИРИДОНОВА**

аспирант кафедры водоснабжения и водоотведения  
Ростовский государственный строительный университет

## ОТРАБОТКА РЕЖИМОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПТИЦЕФАБРИКИ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ МЯСА ИНДЕЕК

TESTING OF WASTEWATER TREATMENT CONDITIONS FOR TURKEY MEAT FACTORY

*Исследованы состав и закономерности реагентной очистки высококонцентрированных сточных вод птицефабрики по переработке мяса индеек. Для уточнения полученных в лабораторных условиях параметров проведены опытно-промышленные исследования и отработаны режимы очистки сточных вод, являющиеся наиболее эффективными с точки зрения соотношения «эксплуатационные затраты» – «качество очистки».*

**Ключевые слова:** очистка сточных вод птицефабрики, особенности состава, белки крови, изоэлектрическая точка, эксплуатационные затраты, опытно-промышленные исследования, хлорное железо, гидроксид натрия, флокулянт Fennopol K 211E, флотатор, эффективность очистки.

Сточные воды птицефабрик являются высококонцентрированными по своему составу. Они характеризуются большим содержанием органических, взвешенных веществ и жиров [1].

Необходимость выявления закономерностей очистки высококонцентрированных сточных вод с целью повышения эффективности работы существующих очистных сооружений, а также недостаточное количество данных в нормативной литературе для расчетов и проектирования новых обусловило проведение исследований, описываемых в данной статье.

Исследования проводились на действующей птицефабрике, перерабатывающей мясо индеек.

Технологический процесс производства мяса индеек включает в себя следующие операции: отлов птицы, доставку и приемку, убой, обескровливание, снятие оперения, полупотрошение, потрошение, охлаждение, сортировку, маркировку, приготовление и упаковку готовой продукции [1].

В процессе производства образуются сточные воды, загрязненные кровью, плазмой, жирами. Содержание загрязнений в исходных сточных водах составляет, мг/л: жиров – до 800; ХПК – до 6000; БПК<sub>5</sub> – до 2800; взвешенных веществ – до 1900 (данные

*Composition and laws of reagent treatment of high-concentrated effluent of turkey meat factory were researched. Experimental-industrial research was conducted to refine parameters obtained under laboratory conditions and modes of wastewater treatment that are the most effective in terms of their operating costs and quality of cleaning were tested.*

**Keywords:** wastewater treatment of poultry factories, feature of composition, blood proteins, isoelectric point, operating costs, experimental-industrial research, chloric iron, sodium hydroxide, "Fennopol K 211 E" flocculant, flotator, treatment efficiency.

приведены из протоколов исследования сточных вод аккредитованной лаборатории г. Ростова-на-Дону).

Существующие очистные сооружения (решетки тонкой очистки и напорный флотатор фирмы REDOX (Голландия) не обеспечивали удаление загрязняющих веществ до нормативно допустимых концентраций для сброса в городскую сеть канализации.

Очистные сооружения были запроектированы по типовой схеме, принятой на Западе. Существенное различие норм сброса очищенных сточных вод в России и на Западе, а также недостаток данных в нормативной литературе для проектирования очистных сооружений данного типа объясняет несоответствие показателей очищенных сточных вод нормам, принятым в РФ.

Кроме того, в существующей технологической схеме отсутствовал усреднитель, из-за чего наблюдался большой разброс по концентрациям загрязняющих веществ и расходу сточных вод в течение часа, смены и суток, очистка велась без применения реагентов, не были запроектированы сооружения по обработке осадка и флотационной пены. Все это привело к повышенным выплатам предприятия за сброс сточных вод.

Значительная часть загрязнений сточных вод убойного цеха птицефабрики представлена белками крови.

Полярные группы белков способны взаимодействовать с водой, гидратироваться. Количество связанной воды достигает 30-50 г на 100 г белка, что приводит к образованию «гидратной оболочки» на поверхности белка [2]. Наличие такой оболочки является причиной устойчивости молекул белка в растворе, что затрудняет выделение их в осадок и удаление из сточных вод без применения реагентов.

Изоэлектрическая точка большинства белков лежит в слабокислой зоне,  $pH=4-4,5$ . Это связано с тем, что обычно в белках анионогенных аминокислот больше, чем катионогенных [2].

На основании данных теоретических положений были проведены лабораторные исследования с целью определения наиболее эффективного метода очистки сточных вод птицефабрики.

По аналогии с практикой очистки сточных вод куриных птицефабрик были исследованы следующие методы обработки: реагентный с подбором наиболее эффективных коагулянтов и флокулянтов, реагентный с регулированием значения  $pH$  до изоэлектрического состояния, окисление гипохлоритом натрия, сорбция в режиме фильтрования и углевания.

Ввиду необходимости снижения концентраций загрязняющих веществ до норм сброса в городскую канализацию и нехватки земельных площадей у предприятия биологические методы очистки не рассматривались.

По результатам лабораторной проработки наиболее эффективным оказался метод реагентной очистки сточных вод с предварительным доведением  $pH$  сточных вод до значения, соответствующего изоэлектрической точке с помощью серной кислоты, коагулированием образовавшихся нерастворимых соединений алюминийсодержащим реагентом («СКИФ-180») и дальнейшим доокислением остаточных органических веществ гипохлоритом натрия. Эффективность данного метода составила 90-95 % по взвешенным веществам, 95-99 % по жирам, 85-90 % по ХПК.

Использование только коагулянтов без предварительного подкисления не приводило к эффективности удаления взвешенных и органических веществ выше 55-60 %.

Применение метода сорбции после реагентного метода очистки показало достаточно высокий эффект удаления органических веществ, но из-за быстрого истощения сорбционной емкости активного угля (3-5 суток) данный метод считаем неприменимым для дальнейшего использования.

Результаты лабораторных исследований приведены на рис. 1.

На основании данных лабораторных испытаний была осуществлена реконструкция очистных сооружений, в технологическую схему добавили горизонтальный отстойник с тонкослойными модулями.

На реконструированных очистных сооружениях были проведены опытно-промышленные испытания оптимального метода очистки сточных вод птицефабрики, который последовательно включал:

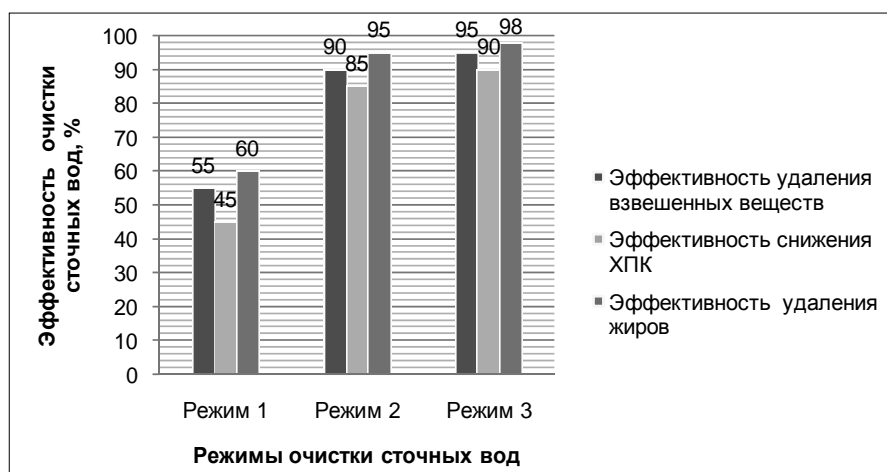


Рис. 1. Эффективность очистки сточных вод при лабораторной проработке различных методов очистки: режим 1 - реагентный метод очистки с использованием коагулянта «СКИФ-180»; режим 2 - метод очистки сточных вод с использованием серной кислоты, гидроксида натрия, коагулянта «СКИФ-180», гипохлорита натрия; режим 3 - метод доочистки сточных вод после режима «2» фильтрованием через загрузку с активным углем

доведение pH сточных вод до изоэлектрической точки раствором серной кислоты, подщелачивание гидроксидом натрия для стабилизации значения pH, введение реагента «СКИФ-180» (смесь полиоксихлорида алюминия и флокулянта ВПК-402) для интенсификации осаждения частиц и гипохлорита натрия для окисления остатков органических веществ (режим 1).

Ввод серной кислоты осуществлялся в начало существующего флотатора, гидроксида натрия – в середину, СКИФа и гипохлорита натрия – перед горизонтальным отстойником.

Результаты проведенных исследований приведены в табл. 1. Данный технологический режим (режим 1) обеспечивает достаточно высокую эффективность очистки сточных вод от доминантных загрязнений, но затраты на реагенты при этом достигали 600 000 рублей в месяц, хотя установленные НДС по БПК (300 мг/л), алюминию (0,1 мг/л) и азоту аммонийному (24 мг/л) не были достигнуты.

Дальнейшие исследования были направлены на достижение нормируемых показателей по всем ингредиентам сточных вод с учетом необходимости снижения эксплуатационных затрат.

В качестве реагентов использовались хлорное железо и гидроксид натрия. Хлорное железо  $\text{FeCl}_3$  было выбрано на основании рекомендаций при очистке схожих по составу сточных вод птицефабрик по переработке куриного мяса [3]. Кроме того, раствор  $\text{FeCl}_3$  имеет водородный показатель на уровне 1, что позволяет снизить pH очищаемой сточной жидкости до значения, соответствующего изоэлектрической точке, без дополнительного введения серной кислоты.

При использовании данных реагентов наблюдалось достаточно интенсивное образование хлопьев

и их осаждение. Эффективность удаления взвешенных и органических веществ по данным лабораторных исследований достигала 85-90 %. Однако при промышленной апробации способа наблюдалось разрушение хлопьев циркуляционной жидкостью во флотаторе, поэтому было принято решение перевести флотатор в режим работы отстойника, отключив подачу воздуха в сатуратор и циркуляционный насос, что исключило возможность разрушения хлопьев и увеличило время пребывания сточной жидкости в сооружении.

Из-за конструкции флотатора, при которой отвод очищенной воды осуществляется снизу, происходило «подтягивание» осадка из конуса флотатора и вынос хлопьев с очищенной водой. Чтобы исключить данный эффект, во флотаторе был изменен отвод очищенной воды.

Для задержания выносимых из флотатора и горизонтального отстойника остаточных хлопьев были применены безнапорные фильтры с загрузкой из синтетических ершей, регенерируемых продувкой воздухом, эффект от применения которых составил 25-30 % по взвешенным и органическим веществам.

Дозы по хлорному железу достигали 250-450 мг/л, по щелочи – 450-650 мг/л. Применение данных реагентов позволило снизить эксплуатационные затраты на 30 %.

Результаты опытно-промышленных исследований при данном режиме очистки (режим 2) приведены в табл. 2.

Однако и при данной технологии (табл. 2) не были обеспечены нормируемые показатели очистки.

Дальнейшие исследования в опытно-промышленных условиях по подбору различных видов реагентов позволили остановиться на хлорном железе и флокулянте Fennopol K 211E, исходя из оптималь-

Таблица 1

Эффективность очистки сточных вод в режиме 1

Показатель	Содержание в исходной воде, мг/л	Содержание в очищенной воде, мг/л	Эффективность, %
Взвешенные вещества	1490	118,0	92
Химическое потребление кислорода (ХПК)	3923	657,0	83
Биохимическое потребление кислорода (БПК <sub>5</sub> )	2345	425	82
Железо общее	0,5	0,3	40
Алюминий	1,57	0,48	69
Азот аммонийный	52,67	39	26
Жиры	600	8,0	98

Таблица 2

## Эффективность очистки сточных вод в режиме 2

Показатель	Содержание в исходной воде, мг/л	Содержание в очищенной воде, мг/л	Эффективность, %
Взвешенные вещества	1953	224	88
Химическое потребление кислорода (ХПК)	6153,6	2615,3	57
Биохимическое потребление кислорода (БПК <sub>5</sub> )	2800	930	67
Азот аммонийный	28,54	21,86	23
Железо общее	7,7	10,1	-
Алюминий	3,27	2,01	38
Жиры	723	6,0	99

Таблица 3

## Эффективность очистки сточных вод в режиме 3

Показатель	Содержание в исходной воде, мг/л	Содержание в очищенной воде, мг/л	Эффективность, %
Взвешенные вещества	1216	386	68
Химическое потребление кислорода (ХПК)	2820	1036,3	46
Биохимическое потребление кислорода (БПК <sub>5</sub> )	1910	545,4	71
Железо общее	0,5	8,1	-
Алюминий	0,5	0,08	84
Жиры	540	26,8	95

ного соотношения «качество очистки» - «затраты на реагенты». При введении флокулянта наблюдалось образование крупных и быстро осаждаемых агрегационных комплексов из загрязняющих веществ, а также более плотный слой осадка.

Дальнейшее подщелачивание не требовалось, поскольку водородный показатель очищаемой воды на выходе из сооружений составлял 6,5, что объясняется стабилизацией значения pH в результате связывания ионов  $H^+$  с молекулами белков.

Результаты исследований по третьему режиму очистки приведены в табл. 3.

Поскольку нормируемые показатели очистки не были достигнуты и при этом режиме очистки, было принято решение о разбавлении производственных сточных вод хозяйственно-бытовыми, что позволило снизить концентрации загрязнений на выходе и, соответственно, выплаты за сброс.

Сравнение эффективности очистки сточных вод при трех режимах эксплуатации и затратах (рис. 2, 3) показывает достоинства и недостатки каждого в рамках «качество очистки» - «затраты на реагенты».

Сравнительная диаграмма эксплуатационных затрат приведена на рис. 3.

Таким образом, можно сделать вывод, что комплекс проведенных лабораторных и опытно-промышленных исследований методов очистки сточных вод производства мяса индеек показывает необходимость использования эффективных коагулянтов и флокулянтов. Применение только метода одноступенчатой напорной флотации не позволяет снизить концентрации загрязняющих веществ до установленных норм для сброса в городскую канализацию. При проектировании очистных сооружений подобного типа необходимо предусматривать несколько ступеней флотации и отстаивания либо увеличивать время пребывания сточных вод в сооружениях.

При этом перед очистными сооружениями необходимо предусматривать усреднитель, что позволит стабилизировать работу очистных сооружений и уменьшить перерасход реагентов.

Для достижения концентраций для сброса в водоемы необходимо применение биологической очистки либо методов химического окисления.

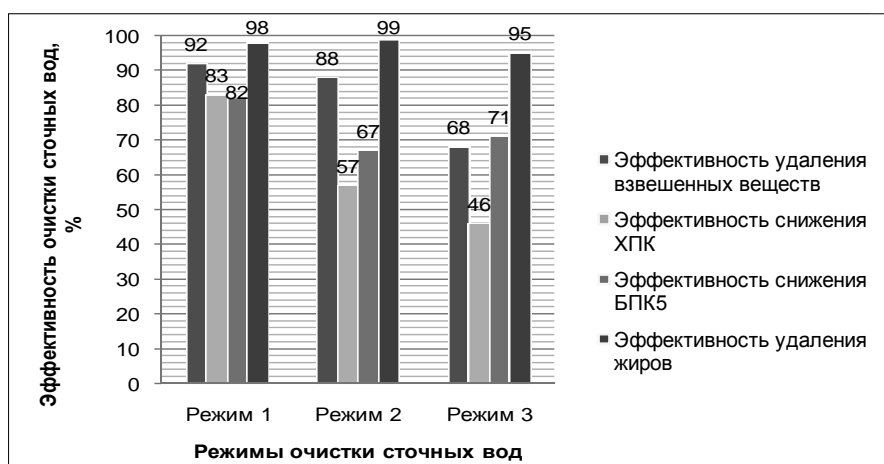


Рис. 2. Эффективность очистки сточных вод при различных режимах очистки с применением реагентов: режим 1 - серной кислоты, гидроксида натрия, коагулянта СКИФ, гипохлорита натрия; режим 2 - хлорного железа и гидроксида натрия; режим 3 - хлорного железа и флокулянта Fennopol K 211E

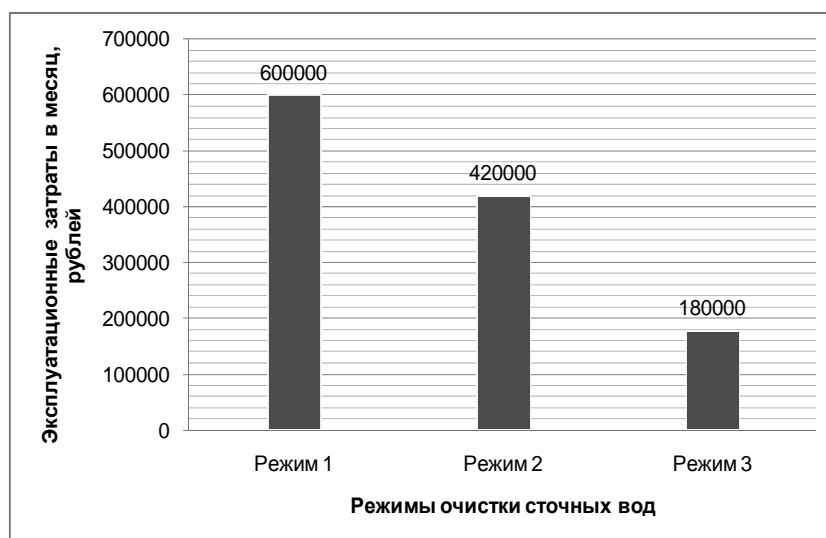


Рис. 3. Эксплуатационные затраты при различных режимах очистки с применением реагентов: режим 1 - серной кислоты, гидроксида натрия, коагулянта СКИФ, гипохлорита натрия; режим 2 - хлорного железа и гидроксида натрия; режим 3 - хлорного железа и флокулянта Fennopol K 211E

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Меншутин, Ю.А. Модернизация технологии очистки жиродержащих сточных вод и образующегося осадка предприятия по переработке мяса птиц [Электронный ресурс] / Ю.А. Меншутин, В.А. Потанина, А.С. Керин, И.А. Богатеев, Е.В. Фомичева, А.П. Сахно, К.А. Керин // Материалы 11-го Международного конгресса «Вода: экология и технология» ЭКВАТЭК-2011. – М.: ЗАО «Фирма СИБИКО Интернэшнл», 2011. – 1 эл. опт. диск (CD- ROM).

2. Молекулярная биология. Структура и функции белков [Текст] / В.М. Степанов [и др.]; под ред. А.С. Спирина. – М.: Высш. шк., 1996. – 335 с.

3. Технологические схемы очистки концентрированных производственных сточных вод [Текст] / Н.С. Серпокрылов, А.А. Марочкин, Л.Г. Спиридонова и др. // Экология промышленности. – 2009. – №6. – С. 53–57.

© Спиридонова Л.Г., 2013