

Обеззараживание сточных вод на мясоперерабатывающем предприятии мясного кластера

К.О.Оковитая, О.А. Суржко

*Южно-Российский государственный политехнический
университет (НПИ) имени М.И. Платова*

Аннотация: разработка наилучших доступных технологий, в частности, обеззараживания сточных вод мясокомбинатов возможна в мясных кластерах, обязательным элементом которых являются университеты. Исследовано обеззараживание сточных вод мясоперерабатывающих заводов от санитарно-показательных микроорганизмов, патогенных энтеробактерий и яиц гельминтов при реализации метода электрофлотокоагуляции. Эффект обеззараживания от БГКП, E.colli, этеробактерий и сальмонелл в среднем составил 99%.

Ключевые слова: мясоперерабатывающие предприятия, сточные воды, обеззараживание, электрофлотокоагуляция.

Для многих компаний переход на наилучшие доступные технологии (НДТ) связан со значительными капитальными затратами на модернизацию производства, что заставляет их сопротивляться скорейшему переходу на НДТ. Преобладает узкопрофильный подход, не позволяющий создавать и внедрять наилучшие технологии на «грязных» производствах, какими являются мясоперерабатывающие предприятия. Переход на НДТ требует долгосрочных инвестиций, которые в существующих экономических условиях привлечь достаточно трудно [1].

По нашему мнению, мясной кластер должен состоять из животноводческих комплексов, сельскохозяйственных полей для выращивания кормов, перерабатывающих предприятий, цехов по обработке отходов и получения из них товарной продукции. В этом случае, на основе НИОКР проводимых аграрными и техническими университетами, сотрудничающих с кластером, можно создать НДТ с наименьшим влиянием экологически опасных предприятий на окружающую среду. Для предприятий, входящих в такой кластер гораздо легче привлечь инвестиции, которые и обеспечат их инновационное развитие.

Для локальной очистки сточных вод мясокомбинатов применяют различные технологии, а также методы, обеспечивающие коагуляцию и извлечение ценных белков [2-8].

Рассмотрим одну из наиболее распространенных в практике локальных очистных сооружений схему очистки сточных вод мясоперерабатывающего предприятия. На рисунке 1 приведена схема очистки сточных вод с применением электрофлотокоагуляционной установки.

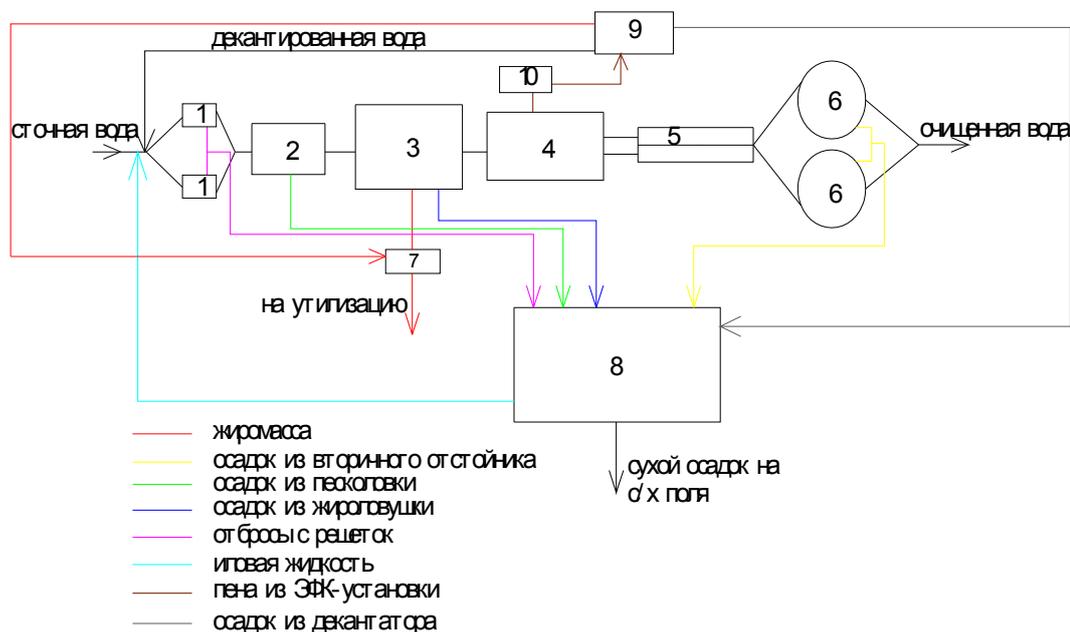


Рис.1. – Схема очистки сточных вод с применением ЭФК-установки

1 –решетки; 2 – аэрируемая песколовка; 3 – горизонтальная жироловушка; 4 – ЭФК-установка; 5 – аэротенк-вытеснитель; 6 – вторичные радиальные отстойники; 7 – жиросборник; 8 – иловые площадки-уплотнители; 9 – декантатор; 10 – пеногаситель.

Выделяющиеся при электролизе воды газообразные кислород и водород флотируют скоагулированные загрязнения. Авторами установлено, что, при оптимальных режимах работы экспериментального электрокоагулятора с дюралюминиевыми электродами (плотность тока 35 А/м², продолжительность пребывания воды в межэлектродном пространстве

– 3 мин. и время отстаивания 30 мин) эффект очистки сточных вод составил (%): по жиру 95, по взвешенным веществам 94,9, по ХПК 71. Остаточные концентрации жира не превышают 30 мг/л, а взвешенных веществ – 60 мг/л.

Считается, что наиболее целесообразным является совместное применение электрокоагуляции и электрофлотации (электрофлотокоагуляция). Исследованиями по электрофлотокоагуляционной очистке сточных вод мясокомбинатов установлено, что таким методом возможно удаление жира и взвешенных веществ на 95-98 %, одновременно на 75 % снижается ХПК.

Очистка и обеззараживание сточных вод мясоперерабатывающих предприятий в электрофлотокоагуляционной установке хорошо изучена по взвешенным веществам, ХПК, БПК, но требует дополнительных исследований по изменению уровней бактериального загрязнения в зависимости от параметров эксплуатации ЭФКУ[9,10].

Эффективность обеззараживания сточных вод мясокомбинатов от бактериального загрязнения и яиц гельминтов не достаточно полно отражена в научной литературе, а имеющиеся данные относятся только к общему микробному числу и кишечной палочке.

Поэтому было проведено исследование очистки и обеззараживания сточных вод мясоперерабатывающих заводов от санитарно-показательных микроорганизмов, патогенных энтеробактерий и яиц гельминтов при реализации метода электрофлотокоагуляции. Наличие в сточной воде хлорида натрия позволяет предполагать высокий уровень обеззараживания.

Исследования проводили на экспериментальной электрофлотокоагуляционной установке (ЭФКУ) производительностью до 100 м³/сут., удельным расходом электроэнергии 0,5 - 1,5 кВт/ч на 1 м³ сточных вод. Объем камер флотокоагуляции был равен 2 м³, флотошлам удалялся скребковым транспортером и вывозился на компостирование.

В сточных водах, поступающих на электрофлотокоагуляционную установку (исходных) содержание бактерий группы кишечной палочки (в IgA) находилось в пределах от 5,36 до 7,36; E.coli от 4,36 до 6,36; энтерококка от 4,36 до 5,36, общее микробное число - от 4,69 до 5,51. Сточная вода мясокомбината, после ЭФКУ в процессе последующего отстаивания подвергалась санитарно-бактериологическому исследованию через 0.5, 6, 12 и 24 часа (рис 2). Определено, что в течение 24 часов после электрообработки воды снижается количество санитарно-показательных микроорганизмов и сальмонелл, в связи с чем, последующие исследования очищенной воды проводили через 24 часа после электрофлотокоагуляции. При этом содержание *S.typhimurium* уменьшалось в 500 раз.

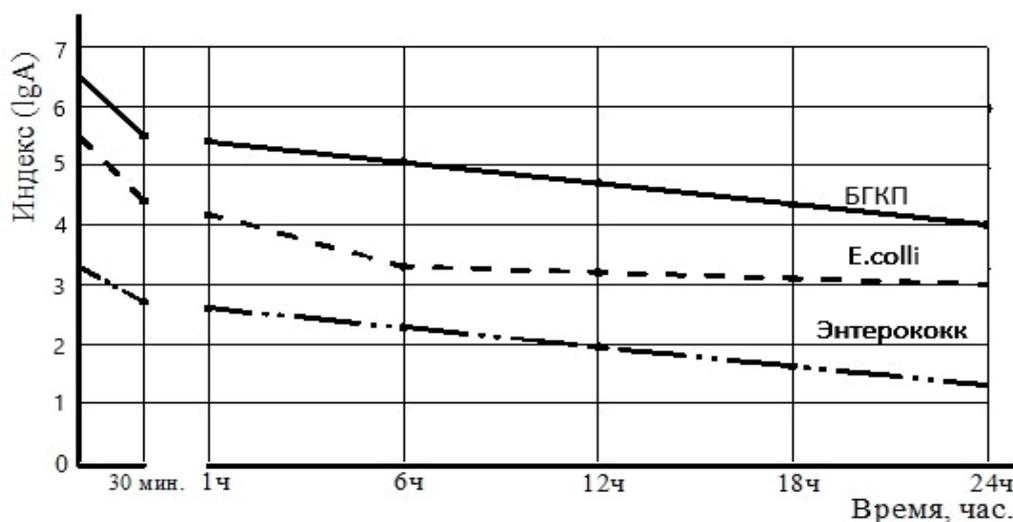


Рис 2. Изменение уровня бактериального загрязнения во времени после обработки ЭФКУ.

На эффективность очистки сточных вод мясокомбинатов в ЭФКУ влияют материал анодов и такие параметры процесса как плотность тока, время обработки, а также солесодержание и уровень загрязнения сточных вод. Поэтому исследовано влияние указанных параметров на эффективность бактериальной очистки сточных вод с использованием анодов из железа и алюминия, а также различных концентраций хлорида натрия. Плотность тока

на анодах ЭФКУ составляла 35; 40; 50 А/м². Для предотвращения пассивации анодов периодически проводили их переполюсовку.

В камере коагуляции испытывали электродные системы из железа и алюминия. В последующих опытах изменяли время обработки в ЭФКУ и концентрацию хлорида натрия в исходной сточной воды.

В таблице 1 представлены результаты анализов бактериальной загрязненности сточных вод мясокомбинатов. Анализ приведенных в таблице результатов позволяет сделать вывод, что при исследованных режимах работы ЭФКУ и различной начальной степени загрязнения сточных вод. Наилучший эффект обеззараживания наблюдается с алюминиевыми электродами. Особенно четко это видно в опытах 1, 2, когда эффективность очистки составила 99% для санитарно-показательных микроорганизмов и 99,4% для сальмонелл, что примерно на 1 порядок меньше, чем при железных электродах, эффект очистки, соответственно 90% и 90,4%. Увеличение плотности тока до 40 А/м² и времени обработки в ЭФКУ до 10 мин. приводит к снижению уровня загрязнения на 2-3 порядка при обработке с алюминиевыми электродами (опыты 3, 7, 9) и на 1-2 порядка при использовании железных электродов (опыты 6, 8, 10).

Были проведены исследования с Fe и Al электродами, при различном времени обработки в ЭФКУ, но при одинаковом составе загрязнений исходной воды (lgA): БГКП - 7,36; E.coli - 6,36; энтерококка - 5,36; сальмонелл - 3,14; силой тока 50 А и временем обработки 3 - 15 мин. В установке с железными анодами за 3 мин. значения бактерий группы кишечной палочки (lgA) снизилось до 6,36, E.coli до 5,36, энтерококка до 4,36, сальмонелл до 2,11, что соответствует уменьшению бактериального загрязнения примерно на 1 порядок и эффективности очистки 90%. Увеличение времени обработки в ЭФКУ до 6 минут приводит к дальнейшему снижению количества санитарно-показательных микроорганизмов ещё в 10

раз (БГКП до 5,36 lgA, E.coli до 4,36, энтерококка до 3,36, сальмонелл до 1,41), эффективность очистки по ним составила 99%, а для сальмонелл 98,1%.

Наилучший эффект очистки сточной воды мясокомбинатов авторы отмечали при 15-ти минутной обработке в ЭФКУ, при этом содержание БГКП снижалось на 6 порядков, а сальмонелл на 3 порядка. Эффективность очистки составила для всех санитарно-показательных микроорганизмов и сальмонелл более 99%, что удовлетворяет требованиям сброса с локальных очистных сооружений.

Таким образом, исследования по влиянию времени обработки сточных вод в ЭФКУ показали, что эффективность очистки возрастает с увеличением времени. Наибольший эффект очистки от бактериальных загрязнений сточных вод мясокомбинатов достигали с железными анодами через 15 мин. обработки, а с алюминиевыми анодами через 8 мин. Рекомендуется проводить выбор материала электродной системы и времени обработки в ЭФКУ после решения технико-экономической задачи с учетом стоимости железа, алюминия, электроэнергии и расхода материала электродов.

Метод электрофлотокоагуляции высокоэффективен при очистке сточных вод мясокомбинатов от бактериального загрязнения. Лучшие результаты получены при использовании электродной системы из алюминия.

Таблица 1

Эффективность обеззараживания сточных вод мяскокомбината

№	Материал электродов	Плотность тока, А/м ²	Время обработки мин.	Исходное содержание бактерий, lgA				Содержание бактерий после ЭФКУ, lgA				Эффект очистки, %			
				БГКП	E.coli	Энтероккок	сальмонелла	БГКП	E.coli	энтероккок	сальмонелла	БГКП	E.coli	энтероккок	сальмонелла
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1.	Al	35	3	7,36	6,36	5,36	3,14	5,36	4,36	3,96	0,86	99,0	99,0	99,0	99,4
2.	Fe	35	3	7,36	6,36	5,36	3,14	6,36	5,36	4,36	2,11	90,0	90,0	90,0	90,4
3.	Al	40	8	6,36	5,36	5,36	3,07	3,94	3,36	2,97	1,46	99,6	99,0	99,6	97,6
4.	Fe	40	8	6,36	5,36	4,36	3,04	4,20	3,94	3,20	1,65	99,3	99,3	93,0	96,2
5.	Al	40	8	5,36	4,36	4,36	3,00	3,20	3,20	0,97	1,98	99,3	99,3	99,6	90,4
6.	Fe	40	8	5,36	4,36	4,36	3,07	4,20	3,36	3,36	2,20	93,0	90,0	90,0	87,2
7.	Al	40	10	6,36	5,36	4,36	3,04	3,20	3,20	2,94	2,23	99,9	99,3	96,3	85,1
8.	Fe	40	10	5,36	4,36	4,36	3,11	4,20	3,36	3,20	2,41	93,0	90,0	93,0	79,5
9.	Al	40	10	6,36	5,36	5,36	3,07	3,97	3,36	2,94	1,41	99,6	99,0	99,6	97,9
10.	Fe	40	10	5,36	4,36	3,36	3,11	3,97	3,36	3,36	2,41	96,0	90,0	90,0	79,5
11.	Al	50	6	5,36	5,36	3,36	1,00	3,20	3,20	1,20	1,00	99,3	99,3	99,3	99,0
12.	Fe	50	6	5,36	5,36	3,36	1,00	3,97	3,97	1,20	1,00	96,0	97,0	99,0	96,7

Литература

1. Informations: Chambre de Commerce et d'Industrie de Côte d'Ivoire // URL: cci.ci/3.0/component/content/article/133-telechargements/683-fiches-sectorielles (date of access: 08.01.2015)

2. SORO Doudjo; Thèse: «Couplage de procédés membranaires pour la clarification et la concentration du jus de pomme de cajou : performances et impacts sur la qualité des produits» MONTPELLIER SUPAGRO; Page 1 ; 2012

3. Лукин А. А. Основные направления совершенствования технологических процессов в масложировой промышленности // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2013.- №1.- С.15-20

4. Оковитая К.О., Суржко О.А. Автоматизация технологического процесса очистки сточных вод жирокombината//Инновационная наука. -2016.-№8.-С. 77-79.

5. Оковитая К.О., Суржко О.А. Совершенствование технологий очистки сточных вод мясopерерабатывающих предприятий //Инновационная наука. - 2016.-№5.-С. 174-176.

6. Оковитая К.О., Суржко О.А. Утилизация жиросодержащих осадков сточных вод мясокомбината «РКЗ-ТАВР» // Инновационная наука. -2016.- №5.-С. 172-173.

7. Серпокрылов Н.С., Куасси Бру Гийом, Куадио Франк-Эрве, Смоляниченко А.С. Удаление тяжелых металлов из промышленных сточных вод путем применения сорбента из скорлупы ореха анакард // Инженерный вестник Дона, 2018, №1 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4759.

8. Серпокрылов Н.С., Петренко С.Е., Борисова В.Ю. Повышение эффективности и надежности очистки сточных вод на разных стадиях эксплуатации очистных сооружений // Инженерный вестник Дона, 2013, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1602.



9. Пальгунов Н. В., Абрамов А. Н., Дьяков Ю.А., Кузнецова Т. В., Лабуренко Ю.А. Очистка сточных вод мясоперерабатывающих заводов // Экология и промышленность России.- 2000.- № декабрь.-С. 4-6.

10. Панова И., Нойберт Инго Очистка сточных вод мясоперерабатывающих производств // Мясные технологии-2014 № 5.- С. 44-45.

References

1. Informations: Chambre de Commerce et d'Industrie de Côte d'Ivoire URL: cci.ci/3.0/component/content/article/133-telechargements/683-fiches-sectorielles (date of access: 08.01.2015)

2. SORO Doudjo; Thèse: «Couplage de procédés membranaires pour la clarification et la concentration du jus de pomme de cajou: performances et impacts sur la qualité des produits» MONTPELLIER SUPAGRO; Page 1 ; 2012

3. Lukin A. A. Vestnik Juzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Pishhevye i biotehnologii. 2013. №1. pp.15-20

4. Okovitaja K.O., Surzhko O.A. Innovacionnaja nauka. 2016.-№8.pp. 77-79.

5. Okovitaja K.O., Surzhko O.A. Innovacionnaja nauka. 2016. №5.pp. 174-176.

6. Okovitaja K.O., Surzhko O.A. Innovacionnaja nauka.2016.№5.pp.172-173.

7. Serpokrylov N.S., Kuassi Bru Gijom, Kuadio Frank Jerve, Smoljanichenko A.S. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2018, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4759

8. Serpokrylov N.S. Petrenko S.E., Borisova V.Ju. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1602

9. Pal'gunov N. V. Jekologija i promyshlennost' Rossii. 2000. №4.pp. 4-6.,

10. Panova I. Mjasnye tehnologii. 2014, № 5. pp. 44-45.