

В литературе [4,5] также обсуждается метод предсказания солнечных вспышек по уменьшению потока солнечных электронных нейтрино в предвспышечный период. Предполагается, что нейтрино обладают как дипольным магнитным моментом, так и анапольным, в то время как магнитное поле над солнечными пятнами имеет скручивающую природу и проявляет непотенциальный характер. При прохождении потока электронных нейтрино через область солнечной вспышки может наблюдаться истощение потока электронных нейтрино. Данный метод основывается на резонансных переходах, условие возникновения которых содержит две неопределенности, а именно, величину магнитного поля над солнечными пятнами и значения мультипольных моментов нейтрино.

Вывод: солнечные вспышки являются следствием пересоединения магнитного поля, характеризуются мощным излучением в широком диапазоне электромагнитных волн, генерацией ускоренных частиц, формированием ударных волн. Эти факторы порождают разнообразные возмущения в окружающей среде, которые приводят к нарушениям в функционировании бортовой электронной аппаратуры на космических объектах и самолетах, к нарушениям связи и систем ориентации и т.д. Разработка любого метода прогнозирования является очень сложным процессом, так как требует понимания природы такого сложного явления, как солнечная вспышка. Необходимо накопление информации о физических условиях, происходящих в солнечной атмосфере, как во время самой вспышки, так и в предвспышечные периоды, т.е. огромной теоретической базы и набора физических данных. Кроме этого, трудности возникают из-за нашего незнания реальной картины процесса магнитного пересоединения, зависимости получаемых физических данных от ряда факторов, например, сезонных изменений в расстоянии от Земли к Солнцу и др. Одними из самых распространенных методов прогнозирования солнечных вспышек считаются: прогнозирование с использованием изображений, получаемых «Солнечной гелиосферной-обсерваторией», прогнозирование путем измерения различий в атомах радиоактивного распада элементов гамма-излучения и прогнозирование солнечных вспышек с помощью нейронных сетей. Также большой интерес вызывает метод предсказания солнечных вспышек по уменьшению потока солнечных электронных нейтрино в предвспышечный период.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Augustson et al. Grand Minima and Equatorward Propagation in a Cycling Stellar Convective Dynamo // The Astrophysical Journal. 2015. arXiv:1410.6547.*
2. *O. Ahmed, R. Qahwaji, T. Colak, P. Higgins. P. Gallagher and S. Bloomfield, «Solar Flare Prediction using Advanced Feature Extraction, Machine Learning, and Feature Selection», Solar Physics, Springer, 283 (1): P. 157-175, 2013.*
3. *Tsagour I and et al , «Progress in space weather modeling in an operational environment», Space Weather and Space Climate, 3, 2013.*
4. *O.M.Boyarkin, Phys. Rev. D, Volume 53, - 1996 - 5298 P.*
5. *O.M. Boyarkin, G.G. Boyarkina, Astropart. Phys., Volume- 85, - 2016.- 39 P.*

## АНАЛИЗ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ПРИМЕРЕ ОАО «БОРИСОВСКИЙ МЯСОКОМБИНАТ № 1»

### ANALYSIS OF THE OPERATION OF WATER SUPPLY AND DRAINAGE SYSTEMS OF THE MEAT PROCESSING INDUSTRY ON THE EXAMPLE OF THE COMPANY «BORISOVSKY MEAT PROCESSING PLANT № 1»

**Ю. А. Быков, Е. С. Лён**

**Y. Bykov, E. Len**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ*

*г. Минск, Республика Беларусь*

*yura.bykov.1998@gmail.com*

*Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Рассмотрены особенности водоснабжения и водоотведения предприятий мясоперерабатывающей промышленности. Проведен анализ функционирования локальных очистных сооружений сточных вод ОАО «Борисовский мясокомбинат №1». Проведенный анализ функционирования действующих локальных очистных сооружений сточных вод и сравнение с их эффективностью до модернизации показал, что эффективность очистки возросла и составила по основным показателям от 75 до 95 %. Внедренный метод реагентной напорной флотации с применением НДТМ позволил привести работу локальных очистных сооружений предприятия в соответствие с высокими требованиями Европейского Союза.

The features of water supply and sanitation of meat processing industry enterprises are considered. The analysis of the functioning of local wastewater treatment facilities of JSC «Borisovsky Meat Processing Plant No. 1» has been carried out. The analysis of the functioning of the existing local wastewater treatment plants and the comparison of the efficiency of their functioning before the modernization showed that the efficiency of treatment increased and amounted to 75 to 95% according to the main indicators. The implemented method of reagent pressure flotation with the use of BAT allowed to bring the work of the local treatment facilities of the enterprise in compliance with the high requirements of the European Union.

*Ключевые слова:* водопотребление, водоотведение, сточные воды, локальные очистные сооружения, наилучшие доступные технологические методы, допустимые нормативы.

*Keywords:* water consumption, water disposal, waste water, local treatment facilities, the best available technological methods, acceptable standards.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2021-2-158-162>

Производство пищевых продуктов отличается рядом специфических особенностей, влияющих на применяемые в отрасли формы и методы организации производственного процесса. Основным поставщиком отрасли является сельское хозяйство, для которого характерна сезонность производства, то есть сырье на пищевые предприятия поступает на переработку неравномерно. По этой причине для обеспечения бесперебойности основного производства предприятия отрасли в значительной степени диверсифицируют структуру своих поставщиков и формируют резервные запасы основных видов сырья.

В связи с тем, что основное сырье, полуфабрикаты и готовая продукция предприятий пищевой промышленности в основном являются скоропортящимися, для сохранения их качественных характеристик требуется специальное оборудование и холодильные помещения. На предприятиях пищевой промышленности вырабатывается широкий ассортимент продукции, каждый из видов которой имеют свою особую технологию изготовления. В связи с этим различные производства внутри одного и того же предприятия могут оснащаться различным технологическим оборудованием и характеризоваться различным уровнем своей механизации и автоматизации.

Мясная промышленность – одна из крупнейших отраслей пищевой промышленности республики, основной продукцией которой являются мясо и мясопродукты, а также пищевые и технические жиры, желатин, мыло, альбумин, кожевенное сырье, медицинские препараты, кишечные полуфабрикаты и ряд других продуктов. Производственный процесс мясокомбинатов в основном заключается в содержании и убое скота, переработке туш на мясо и различные продукты – колбасу, копчености, консервы и т.д. [2].

Основными источниками загрязнения воздушной среды в мясной промышленности являются оборудование в цехах технических и кормовых фабрик, термические отделения колбасных заводов, отделения переработки пищевых жиров и получения альбумина, вспомогательные цехи, водоочистные сооружения. В воздух рабочей зоны поступают сероводород, аммиак, фенолы, древесная и костная пыль. Кроме газообразных и парообразных вредных веществ, в различных технологических процессах мясоперерабатывающих предприятий образуется значительное количество пыли. К таким производствам относятся – котельная, цех, дымогенераторные установки [1].

В процессе производства в значительных количествах используют воду питьевого качества. Загрязняясь различными веществами в технологическом процессе, она превращается в сточную воду и отводится в канализационную систему предприятия [2].

В настоящее время в республике функционирует около ста предприятий, структуру которых составляют мясокомбинаты, птицекомбинаты, мясоконсервные комбинаты, колбасные цеха, убойные пункты, хладокомбинаты и др. Независимо от типа любое предприятия мясной промышленности состоит из основных и вспомогательных производств. К основным производствам относятся: база предубойного содержания скота и птицы, бойня, мясожировое производство, холодильный, мясоперерабатывающее производство, консервное производство и другие.

База предубойного содержания скота и птицы осуществляет прием и предубойное содержание скота и птицы. В состав базы входят:

- автомобильная и железнодорожная платформы, оборудованные загонами с навесами и устройствами для проведения термометрии скота и ветеринарного осмотра;

- пункт санитарной обработки автомашин, инвентаря и оборудования. В целях защиты окружающей среды при пункте должны быть очистные устройства навозо-, бензо-, маслоуловители, песколовка, грязеотстойник и дезинфектор смывных вод перед спуском их в общую канализационную сеть. Пункт состоит из отделений мойки и дезинфекции, приготовления моющих и дезинфицирующих растворов, склада для хранения материалов и инвентаря, бытовых помещений для обслуживания персонала;

- карантинный изолятор, санитарная бойня. Они предназначены для приема, содержания и переработки подозрительного на заболевание и больного скота, состоят из загон для скота, помещения для убоя скота и разделки туш, обработки субпродуктов, кишок, дезинфекция шкур, отделений стерилизации мясопродуктов, камер для охлаждения и хранения мяса;

- склады для кормов, помещения для приготовления кормов и кормления.

Мясожировое производство объединяет следующие цехи: убоя скота и разделки туш, переработки пищевой крови, субпродуктовый, кишечный, жировой, кордовых и технических продуктов, шкуроконсервировочный.

Холодильник служит для охлаждения и хранения в охлажденном виде мяса, субпродуктов, кишок, пищевых жиров; замораживания и хранения в замороженном виде мяса, субпродуктов, эндокринного и ферментного сырья, мясных и субпродуктовых блоков.

Мясоперерабатывающее производство объединяет производства колбасных изделий, свинокопченостей, полуфабрикатов, мясных блоков и быстрозамороженных готовых мясных блюд. Колбасный завод, желатиновый завод, клеевой завод – предприятия, вырабатывающие соответствующий ассортимент продуктов. Консервное производство оснащено жестяно-баночным цехом, а при большой мощности производства и литографическим отделением.

Высокий уровень водопотребления и образование высокозагрязненных сточных вод (жир, кровь и т.п.) создают серьезную экологическую проблему для мясоперерабатывающих производств, поскольку до 95% потребляемой воды превращается в сточные воды. Более 60% предприятий мясной промышленности расположены на территории населенных пунктов и их сточные воды поступают в централизованные системы водоотведения (ЦСВ) городов, остальные сбрасывают нормативно-очищенные воды в водные объекты. При производстве 1 т мяса образуется от 10 до 15 м<sup>3</sup> сточных вод, а основная доля загрязняющих веществ, образующихся при убойе и переработке мяса, приходится на неочищенные и недостаточно очищенные сточные воды.

Сточные воды предварительно очищаются на локальных очистных сооружениях для удаления загрязнений, препятствующих транспортированию и дальнейшей биологической очистке общего стока. Такой подход позволяет отказаться от практики контроля загрязнений на «конце трубы» и перейти к локальной очистке с применением конкретных технологий. Основными мерами повышения эффективности производства и общего сокращения воздействия на окружающую среду мясокомбинатов с убоем являются:

- локальная очистка сточных вод до нормативов сброса с обязательным механическим обезвоживанием отходов очистки;
- переработка непищевых отходов убойе в кормовые добавки для животных и птицы;
- очистка выбросов в атмосферный воздух.

Особенности сточных вод мясокомбинатов определяют специфику наилучших доступных технологических методов (НДТМ) их очистки. Для действующих предприятий цеховые расходы воды на нужды данного производства распределяются следующим образом, (%):

- убойно-разделочное отделение – 33,9;
- субпродуктовое – 17,6;
- кишечное – 17,3;
- шкуроконсервировочное – 12,8;
- вытопка пищевых жиров – около 18.

Водоснабжение предприятия осуществляется по договору из централизованной сети горводоканала г. Борисова. Так как вода необходима при подготовке животных к убою, технологических процессах обработки туш, для паросилового хозяйства, проведения санитарно-гигиенических мероприятий и для хозяйственных целей, особое внимание уделяется бесперебойному снабжению предприятия водой. При производстве 1 т мяса расходуется от 11 до 16 м<sup>3</sup> воды.

С 2000 г. по 2019 г. водопотребление предприятия увеличилось в 3 раза: с 96,8 тыс. м<sup>3</sup>/год до 290 тыс. м<sup>3</sup>/год. Объем годового водопотребления вырос в связи с увеличением количества выпускаемой продукции [5].

При эксплуатации резервуаров чистой воды обслуживающий персонал: ведет систематический контроль над качеством воды; осуществляет наблюдение за уровнем воды; следит за исправностью запорно-регулирующей аппаратуры, трубопроводов, люков, вентиляционных стояков, лазов; периодически промывает резервуары, очищает их от осадков и обрастаний; систематически проводит испытания на утечку воды из резервуара.

Резервуары чистой воды оборудованы контрольно-измерительными приборами, обеспечивающими контроль за уровнем воды и возможность взятия проб воды без доступа в резервуары.

Техническое обслуживание, очистка и дезинфекция резервуаров производится 1 раз в год с составлением Акта технического обслуживания, дезинфекции резервуара запаса воды.

Для учета количества потребляемой воды используется поверенный и опломбированный органами Госстандарта турбинный счетчик РСВУ-1400, установленный на водозаборе, т.к. источником водоснабжения является коммунальный водопровод. Водопотребление на производственные нужды по основным цехам предприятия представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Потребление воды на производственные нужды, тыс. м<sup>3</sup>/год

Цех	Водопотребление, тыс. м <sup>3</sup> /год				
	2000 г.	2005 г.	2011 г.	2015 г.	2019 г.
Убойно-разделочный	32,8	44,4	76,9	94,6	98,3
Вытопки пищевых жиров	17,8	24,1	41,8	51,3	53,4
Субпродуктовый	17,1	23,2	40,1	49,3	51,1
Кишечный	16,7	22,6	39,2	48,1	50,2
Шкуроконсервировочный	12,4	16,8	29,1	35,8	37,1

Анализ вышеприведенных данных выявил, что наибольшее водопотребление приходится на убойно-разделочный цех.

Сточные воды мясоперерабатывающего предприятия образуются в основном при мойке мясного сырья, в дном душировании колбас, мытье оборудования, инвентаря, тары и полов. В производственный сток попадают жиры, частицы мяса, кровь, остатки кормов, белки, соль, фосфаты.

На предприятии образуются два основных потока сточных вод - производственные и бытовые. Производственные сточные воды подразделяются на содержащие жир (стоки цехов первичной переработки, кишечного, пищевых жиров, субпродуктного, колбасного, технических полуфабрикатов) и на не содержащие жир (стоки остальных цехов, а также часть сточных вод кишечного цеха, незагрязненные условно- чистые воды от теплообменных аппаратов, вакуум-насосов, силовой и котельной установок) [4].

Сточные воды предприятий мясной промышленности имеют высокую степень бактериальной обсемененности. Особую опасность представляют содержащиеся в них патогенные микроорганизмы – кишечная палочка, яйца глистов, бациллы сибирской язвы и другие. В связи с этим перед сбросом в водоемы, на поля орошения или поля фильтрации сточные воды необходимо кроме механической, биологической очистки, подвергать обеззараживанию.

Сточные воды перед сбросом в городскую систему канализации поступают на очистные сооружения комбината. Сточные воды, отводимые от санбойни, отводятся отдельно и обеззараживаются в хлораторном отделении добавлением хлорной извести с последующим отстаиванием. Обеззараживание проводят дезинфекторы отделов производственно-ветеринарного контроля (ОПВК). После очистки и обеззараживания сточные воды сбрасываются в городскую систему канализации.

Для очистки производственных сточных вод предприятия перед сбросом в горколлектор используется технологическая схема очистки, состоящая из следующих этапов: механическая очистка, усреднение, физико-химическая очистка, обработка образующихся осадков.

Объем производственных сточных вод, поступающих на очистные сооружения, составляет 700-750 м<sup>3</sup>/сут. По общезаводской системе канализации сточные воды собираются в приемном отделении канализационной насосной станции (КНС) и подаются на механическую очистку насосами [3].

Механическая очистка сточных вод от грубодисперсных примесей производится на шнековой решетке SCT, производства Италии, с перфорацией 1,0 мм. Решетка серии SCT представляет собой интегрированную установку, состоящую из дугообразного перфорированного сита, безосевого шнека, оснащенного по периферии щеткой, и системы уплотнения отбросов. После механической очистки сточные воды поступают в усреднитель с полезным объемом 300 м<sup>3</sup>, откуда со средним расходом 70-75 м<sup>3</sup>/час погружным насосом подаются на физико-химическую очистку – на узел напорной реагентной флотации. Усреднение сточных вод вызвано необходимостью сглаживания неравномерности поступления расходов и загрязнений сточных вод на физико-химическую очистку, а также выравнивания pH. Это позволяет получить стабильно высокую эффективность очистки сточных вод при флотационной очистке и сократить количество вводимых реагентов.

Физико-химическую очистку осуществляют методом реагентной напорной флотации. Дозирование растворов коагулянта, щелочи и 0,1% раствора флокулянта осуществляется высокоточными насосами-дозаторами. Корректировка pH осуществляется при помощи автоматической системы контроля pH, которая управляет насосом-дозатором щелочи. Насыщенная воздухом вода затем подается из форсунок в зону перемешивания флотатора; во флотаторе, под впускным отверстием сточной воды, давление резко снижается. Благодаря регулярной подаче напорной воды во флотатор пузырьки воздуха прикрепляются к частичкам загрязнений и поднимаются на поверхность. Поднятый на поверхность слой осадка удаляется скребком. Осадок собирается в специальные накопители и удаляется с помощью пневматического клапана, регулирование которого осуществляется по таймеру.

Таблица 2 – Эффективность локальных очистных сооружений сточных вод предприятия до и после модернизации

Наименование Показателя	Показатели качества сточных вод на входе в ЛОС	Показатели качества сточных вод на выходе до модернизации	Показатели качества сточных вод на выходе после модернизации	Эффективность очистки сточных вод до и после модернизации, %	
				до	после
pH	6,0-10	6,5-9,3	7,0-8,5	-	-
Азот аммонийный, мг/дм <sup>3</sup>	100	45	25	55	75
Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	1300	650	≤100	50	92
Жиры, мг/дм <sup>3</sup>	500	40	≤25	92	95
БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	1550	650	≤300	58	81
ХПК, мг/дм <sup>3</sup>	3300	1625	≤500	51	85
Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	6,0	3,0	≤1,5	50	75

Благодаря конструктивным особенностям фактическая площадь флотации увеличена по сравнению с аналогичными установками. Это обеспечивает большую производительность по удалению загрязнений и компактность установки. Флотошлам и осадок из флотатора собираются в резервуаре и далее поступают на механическое обезвреживание. Установлено флотационное оборудование производства Чехии. Флотаторы типа UF предназначены,

в первую очередь, для очистки концентрированных стоков предприятий пищевой и мясоперерабатывающей промышленности. Данный тип флотатора высоко зарекомендовал себя и на таких производствах как птицефабрики, молокозаводы, мясокомбинаты, рыбпереработка, консервные заводы и т.д.

Проведенный анализ функционирования действующих локальных очистных сооружений сточных вод и сравнение эффективностей их функционирования до и после модернизации показал, что эффективность очистки возросла и составила по основным показателям от 75 до 95 %. Внедренный метод реагентной напорной флотации с применением НДТМ позволил привести работу локальных очистных сооружений предприятия в соответствие с высокими требованиями Европейского Союза.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Бренч А.А.* Технологии переработки продукции животноводства. Переработка мяса и производство мясной продукции/ А.А. Бренч, В.С. Ветров, И.Е. Дацук – Минск: БГТУ, 2015 – 272 с.

2. *Владимиров Н.И.* Основы производства продукции животноводства/ Н.И. Владимиров, Н.Ю. Владимирова, П.С. Ануфриев – Барнаул: АГАУ, 2007 – 191 с.

3. Паспорт локальных очистных установок сточных вод ОАО «Борисовский мясокомбинат №1» от 05 марта 2016 г. – 11 с.

4. Программа производственного контроля системы водоотведения ОАО «Борисовский мясокомбинат №1» согласно СанПиН 2.1.2.12-33-2005 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод от загрязнения», СанПиН 2.1.5.12-43-2005 «Санитарные правила для систем водоотведения населенных пунктов» на период с 2016 по 2021 гг. – 8 с.

5. Экологический паспорт предприятия ОАО «Борисовский мясокомбинат №1» от 01 марта 2020 г. – 57 с.

## ПОДХОДЫ К ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ НОРМИРОВАНИЮ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ APPROACHES TO ECOLOGICAL RATING OF HEAVY METALS IN AGRICULTURAL LANDS

***С. Е. Головатый<sup>1</sup>, П. Р. Хилимончик<sup>1</sup>, С. В. Савченко<sup>2</sup>,  
А. Н. Кузьмич<sup>3</sup>, В. Д. Дузинчук<sup>1</sup>***

***S. Golovaty<sup>1</sup>, P. Khilimonchik<sup>1</sup>, S. Savchenko<sup>2</sup>, A. Kuzmich<sup>3</sup>, V. Duzinchuk<sup>1</sup>***

<sup>1</sup>*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь*

<sup>2</sup>*Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси,  
г. Минск, Республика Беларусь*

<sup>3</sup>*Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды,  
г. Минск, Республика Беларусь  
Miss\_Polly\_1999@mail.ru*

<sup>1</sup>*Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

<sup>2</sup>*Institute of Nature Management of the National Academy Sciences of Belarus, Minsk,  
Republic of Belarus*

<sup>3</sup>*Ministry of Natural Resources and Environmental Protection, Minsk, Republic of Belarus*

В настоящее время для оценки загрязнения почв сельскохозяйственных земель тяжелыми металлами используются различные критерии и показатели. В качестве критериев оценки экологического состояния сельскохозяйственных земель могут использоваться: фоновое содержание металлов в почвах, установленные для них гигиенические нормативы и дифференцированные нормативы, в основе которых лежат пороговые значения содержания элементов в различных почвах. Пороговые значения разработаны с учетом фонового содержания элемента, его гигиенического норматива, буферности почв, функциональной принадлежности территории. Использование дифференцированных нормативов позволяет обеспечить надлежащий контроль качества сельскохозяйственных земель с точки зрения содержания в них опасных в экологическом отношении химических веществ и выбрать вариант безопасного использования загрязненных сельскохозяйственных угодий.

Currently, various criteria and indicators are used to assess the heavy metal pollution of agricultural lands. The background concentration of heavy metals in soil, the hygienic standards established for them and the differentiated standards, which are based on the threshold limit values of such elements in various soils, can be used as criteria for assessing the ecological state of agricultural lands. The threshold limit values are developed taking into account the background concentration of the element, its hygienic standard, soil buffering capacity and the land-use purpose.