

3. Красная книга Республики Беларусь. Животные: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / гл. редкл.: И.М. Качановский (предс.), М.Е. Никифоров, В.И. Парфенов [и др.]. – 4-е изд. – Минск: БелЭн, 2015. – С. 12–13.

4. Шевченко, Н.И. О случаях инвазированности крысиным цепнем в Речицком районе / Н.И. Шевченко, А.Е. Целуйко // Материалы IX с-да работников профилактич. медицины Республики Беларусь (70 лет сан.-эпидемиол. службе). – Минск, 1996. – Т. 3. – Ч. 2. – С. 108–109.

5. Шималов, В.В. Загрязненность мелиорированных территорий экскрементами хищных млекопитающих, содержащими яйца и личинки гельминтов / В.В. Шималов // Паразитология. – 2007. – Вып. 2. – С. 137–144.

## **АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЛИЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ КОНДИТЕРСКОЙ ОТРАСЛИ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ОАО «КРАСНЫЙ ПИЩЕВИК»**

### **ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF ENTERPRISES OF THE CONFECTIONERY INDUSTRY OF THE FOOD INDUSTRY ON ATMOSPHERIC AIR ON THE EXAMPLE OF THE COMPANY PC «KRASNY PISHCHEVIK»**

***Н. С. Шугаева, Е. С. Лён***  
***N. Shugaeva, E. Len***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
naty\_shugaeva@mail.ru*

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

Рассматривается полный цикл производства зефира, включающий подготовку производственных партий, обработку и переработку сырья, непосредственно изготовление кондитерских изделий. Эти и другие технологические процессы, осуществляемые на данном предприятии, являются источниками загрязнения атмосферного воздуха. На предприятии имеется 58 источников выбросов загрязняющих веществ, из них 52 организованных и 6 неорганизованных, 3 стационарных источника выбросов оснащены газоочистными установками. Основными загрязняющими веществами являются: диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода, пыль сахара. Более 90% выбрасываемой пыли сахара, обладающей взрывоопасными свойствами, образуется в технологических процессах, не оборудованных газоочистными устройствами, в связи с чем рекомендуется их установка.

The full cycle of marshmallow production is considered including the preparation of production batches, processing and processing of raw materials, as well as the production of confectionery directly. These and other processes taking place at the plant are sources of air pollution. The plant has 58 sources of pollutant emissions of which 52 organized and 6 unorganized, 3 stationary sources of emissions are equipped with gas-fired gas. The main pollutants are: nitrogen dioxide, sulphur dioxide, carbon monoxide, sugar dust. More than 90% of the dust emitted by sugar, which has explosive properties, is formed in processes not equipped with gas-explosives so it is recommended to install them.

*Ключевые слова:* пищевое производство, стационарные источники выбросов, газоочистные установки, загрязняющие вещества, пыль сахара, пудромольные установки.

*Keywords:* food production, stationary sources of emissions, gas treatment plants, pollutants, sugar dust, powder mills.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2021-2-230-233>

В составе пищевой промышленности Республики Беларусь насчитывается более двух десятков отраслей с многочисленными специализированными производствами. Наиболее крупными являются мясная, молочная, кондитерская, сахарная, пивная, безалкогольная.

Предприятие ОАО «Красный пищевик» выпускает свыше 250 наименований продукции 40 торговых марок объемом 20 000 тонн выпускаемой продукции ежегодно. Региональные отделы прямых продаж расположены по всей Беларуси, имеется 100 фирменных магазинов. В 2019 г. на территории предприятия был открыт логистический центр, полностью автоматизированная система и онлайн калькулятор для подсчета единиц товара. Теперь одновременно в центре может храниться свыше полутора тысяч тонн кондитерских изделий. Модернизируются и ремонтируются основные производственные участки фабрики: цех ручной глазировки зефира, участок розлива меда и производства халвичной пасты. Установлено новое оборудование: машины для глазировки зефира и отсадки зефира с начинкой, оборудование для мойки деревянных досок, линии розлива меда, производства халвичной и арахисовой пасты и др.

Основными видами выпускаемой продукции предприятия ОАО «Красный пищевик» являются: драже, зефир, ирис, мармелад, халва, козинаки, конфеты, пастила [1].

Основное производство предприятия включает цех по производству зефира, цех по производству мармелада, цех по производству халвы, паточная станция. К вспомогательному производству относятся: котельная, градирня, литография, мехмастерская, столярная мастерская, электроучасток, участок технического обслуживания и ремонта [2].

Производство глазированного зефира включает следующие основные технологические операции:

- загрузка исходных компонентов;
- приготовление и уваривание сахаро-пектино-пюрейного сиропа до содержания сухих веществ  $55\pm 1\%$ );
- уваривание сиропа (содержание сухих веществ 80-87%);
- приготовление зефирной массы;
- формование зефирной массы;
- охлаждение корпусов зефира;
- структурообразование корпусов зефира;
- подсушка корпусов зефира;
- акклиматизация корпусов зефира;
- декорирование и глазирование корпусов зефира;
- охлаждение корпусов зефира;
- расфасовка и упаковка зефира;
- временное хранение и транспортировка зефира;
- контроль качества [3].

Загрузка компонентов производится автоматическим и ручным способом. Яблочное пюре и патока поступают по трубопроводам из смежных отделений цеха и дозируется автоматически в расходные ёмкости. Сахар-песок поступает по шнековому питателю от существующей норрии в приёмный бункер модуля, дозируется автоматически. Все остальные компоненты загружаются вручную в расходные ёмкости соответствующих модулей [3].

Процесс приготовления и уваривания сахаро-пектино-пюрейного сиропа проходит на автоматизированном модульном участке. В расходную ёмкость для пюре загружается яблочное пюре (предварительно дисульфитированное и уплотнённое до 13-14 % сухого вещества) [4].

В пектинорастворитель насос-дозатором дозируется необходимое количество пюре согласно рецептуре, одновременно через расходомер происходит дозирование технологической воды. Через откидывающуюся крышку пектинорастворителя загружается необходимое количество пектина. Цитрат натрия загружается насосом, установленным на ёмкости для цитрата натрия. Растворение пектина и получение пюрейно-пектиновой смеси происходит при постоянном перемешивании и температуре в рубашке пектинорастворителя  $75\pm 2,5$ С. По окончании процесса приготовления смесь насосом перекачивают в варочный котёл, предназначенный для частичного уваривания пектино-пюрейной смеси и растворения сахаро-пектино-пюрейной смеси. Сироп уваривается при давлении греющего пара 0,6 МПа. Уваренный сироп с массовой долей сухих веществ  $55\pm 1$  % поступает в расходную ёмкость для приема сахаро-пектино-пюрейного сиропа (далее - СПП).

Уваривание СПП сиропа производят на автоматизированном модульном варочном участке. Сироп из накопительной ёмкости насос-дозатором непрерывно дозируют в змеевиковую варочную колонку, где происходит уваривание сиропа до содержания сухих веществ 80-81%. Давление греющего пара составляет 0,6 МПа, температура воды в рубашке  $90\pm 2,5$  °С. Уваренный сироп, пройдя через паротделитель, подаётся в расходную обогреваемую ёмкость с насосной установкой, которая перекачивает сироп в расходную ёмкость участка приготовления зефирной массы.

Приготовление зефирной массы происходит следующим образом. В камеру аэрационного комплекса автоматизированного модульного участка непрерывного приготовления зефирной массы насос-дозаторами подаётся из расходных ёмкостей сироп, патока, белок, кислота. В камере непрерывно происходит взбивание смеси (насыщение воздухом) до получения на выходе зефирной массы с заданной плотностью  $450\pm 20$  кг/м<sup>3</sup>, рН  $3,3\pm 0,1$ . Полученная зефирная смесь на выходе из аэратора разделяется на два равномерных потока и поступает в статический «твистовый» смеситель, где в разделенные потоки зефирной массы подают различные ароматизаторы и красители. Далее по гибким шлангам масса подаётся в бункера зефиrootсадочной машины.

Формование зефирной массы производится на зефиrootсадочной машине методом отсадки на непрерывно движущуюся транспортёрную ленту. После отсадки производится посыпка дроблёным орехом. Далее корпуса зефира поступают в сеть туннелей, где происходит их охлаждение, структурообразование, подсушка, и акклиматизация.

Затем полуфабрикаты зефира подаются на сетчатый транспортёр глазировочной машины, где попадают под систему распределения глазури на поверхность изделий. Далее по мере продвижения продукции система обдува удаляет с изделий излишки глазури. Глазированные корпуса зефира поступают на ленточный транспортер машины охлаждения, где происходит процесс застывания и кристаллизации глазури, после чего зефир подаётся на ленточный транспортёр фасовочно-упаковочной линии для дальнейшего упаковывания и временного размещения.

В цехе функционирует 18 организованных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, из которых 1 оснащен ГОУ. Загрязняющими веществами в составе выбросов являются пыль сахара, диоксид серы и твердые частицы [5].

Выброс пыли сахара происходит на участке накопления сахара при транспортировке сырья; в отделении приготовления сахаро-паточного сиропа, сахаро-паточной и яблочно-пектиновой смесей на установке приготовления

зефирной массы, автоматизированной модульной установке приготовления и уваривания сахаро-пектино-пюревого сиропа; в отделении приготовления зефирной массы на линии производства зефира; на участке приготовления сахарной пудры: нория транспортировки сахара, пудромольная установка. Источник выбросов оснащен аспирационной установкой сухой очистки газовой смеси от пыли сахара – карманным фильтром FKR-40-20, смонтированным непосредственно на вентиляционном канале.

Выброс диоксида серы осуществляется на сырьевом участке, где имеются открытые емкости хранения сульфитированного пюре, функционируют линия по шпарке яблок, установки протирки пюре; в отделении приготовления зефирной массы на линии производства зефира и в отделении подготовки яблочного пюре.

На участке сушки арахиса происходит образование твердых частиц при функционировании автоматической установки сушки и жарки арахиса.

На промышленной территории природопользователя выявлены 58 источников выбросов, из них:

- организованных - 52;
- неорганизованных - 6;
- оснащенных газоочистными установками – 3.

Предприятие относится к III категории объекта воздействия на атмосферный воздух.

Количественные характеристики валовых выбросов, т/год источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух природопользователя:

<4,6% валовых выбросов загрязняющих веществ поступает в атмосферный воздух от неорганизованных источников выбросов производства;

>95,4% валовых выбросов загрязняющих веществ поступает в атмосферный воздух от организованных источников выбросов производства.

Валовый выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух с учетом всех источников выбросов предприятия составляет 33,017213 т/год.

Структурные единицы предприятия, где имеются организованные источники выбросов загрязняющих веществ, рассмотрены ниже.

В котельной источниками выделения загрязняющих веществ являются паровые котлы, предназначенные для технологических нужд, теплоснабжения. Загрязняющими веществами являются диоксид азота, оксид азота, оксид углерода, CO<sub>2</sub>, ртуть и ее соединения, диоксид серы, углерод черный (сажа), тяжелые металлы. Хранение и закачка в горизонтальные резервуары пропан-бутановой технической смеси являются источниками поступления в атмосферный воздух предельных углеводородов алифатического ряда C<sub>3</sub> - C<sub>11</sub>.

На халвичном участке источниками выделения загрязняющих веществ являются огневые жаровни и технологическая печь для сжигания древесных отходов. В атмосферный воздух в составе выбросов поступают диоксид азота, оксид азота, оксид углерода, диоксид серы, твердые частицы суммарно.

В цехе по производству мармелада источниками выделения загрязняющих веществ является сахаропектиновая станция, оснащенная аспирационной установкой сухой очистки газо-воздушной смеси от пыли сахара - циклоном УЦ-38-650, также в цехе функционирует в составе поточно-механизированной линии барабан обвалки мармелада, технологическая линия по производству мармелада «Апельсиновые и лимонные дольки» и технологическая линия по производству мармелада «Балтика», в процессе работы которых выделяется пыль сахара.

В механической мастерской предприятия работает обдирочно-шлифовальный станок, оснащенный аспирационной установкой сухой очистки газо-воздушной смеси от пыли - вентиляционным пылеулавливающим агрегатом ЗИЛ-900М, заточной станок, сварочный пост, консольно-фрезерный станок, токарно-винторезный станок, вертикально-сверлильный станок, автоматический ленточнопильный станок. В атмосферный воздух поступают пыль неорганическая с содержанием SiO<sub>2</sub> <70%, азота диоксид, алюминий оксид, железа (II) оксид (в пересчете на железо), магний оксид, марганец и его соединения, меди (II) оксид, никель оксид (в пересчете на никель), озон, углерода оксид, фтористые газообразные соединения, хром (VI).

Перечень загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух от организованных и неорганизованных источников выбросов предприятия, насчитывает 28 наименований. Анализ результатов инвентаризации показал, что концентрации загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух от стационарных источников, не превышают нормативы допустимых выбросов. По результатам инвентаризации в выбросах не обнаружено содержание мышьяка, бензо(к)флюоратена, индено(1,2,3-сд)пирена, гексахлорбензола, диоксина, образование которых происходит при сжигании топлива на котельной, относящейся к вспомогательному производству.

К загрязняющим веществам, которые выделяются в большем количестве, чем остальные на предприятии относятся: азот (IV) оксид, сера диоксид, углерод оксид, пыль сахара, выброс которых соответственно составляет: 0,155 т/год, 14,031 т/год, 0,155 т/год, 0,285 т/год.

Неорганизованные источники выбросов расположены на вспомогательных производствах предприятия. К ним относятся пост покраски автотранспорта перед техническим обслуживанием, транспортным ремонтом, где выделяются: бутилацетат, бутан-1-ол, толуол, алкены, углеводороды предельные алифатического ряда C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>;. пост газовой резки металла в механической мастерской: углерод оксид, железо (II) оксид, азот (IV) оксид, марганец и его соединения; деревообрабатывающие станки, от которых в атмосферный воздух поступает пыль древесная; сажа, углерод оксид, углеводороды предельные алифатического ряда C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>, сера диоксид, азот (IV) оксид выделяются при работе автотранспорта.

Одной из значимых проблем кондитерских предприятий и сахарных комбинатов является накопление пыли сахара в производственных помещениях. Пыль сахара взрывоопасна, относится к веществам первого класса по взрывоопасности, крайне опасным. Сахарная пыль, содержащаяся в воздухе, может взорваться от малейшей искры, например искрение электропроводки, нижний предел взрываемости достигается при накоплении в кубометре воздуха 10 г сахарной пыли. Наибольшую опасность представляет сахарная пыль с размером частиц 0,03 мм (сахарная пудра), которую используют для посыпки кондитерских изделий. На производствах, где в воздухе может скапливаться сахарная пыль, устанавливается особо строгая техника безопасности. Молекулы сахарозы сгорают в воздухе, образуя углекислый газ и воду и выделяя при этом большое количество теплоты. Частицы размером менее 0,1 мм легко соединяются с кислородом воздуха, горят с огромной скоростью, детонируют. Содержащиеся в воздухе взвешенные частицы иного происхождения также возгораются, что приводит к взрыву большой мощности. Поэтому на предприятиях, где есть подобные выбросы, необходимо установка газоочистных устройств, улавливающих пыль сахара.

На предприятии газоочистные устройства функционируют в цехах по производству мармелада и зефира, а также в механической мастерской. Причем пыль сахара выделяется на 18 технологических процессах, из которых только два оснащены газоочистными установками. В цехе по производству зефира функционирует одно ГОУ, между тем более 90% выбрасываемой пыли сахара образуется в отделении приготовления сахаро-паточного сиропа, сахаро-паточной и яблочно-пектиновой смесей на установке приготовления зефирной массы, автоматизированной модульной установке приготовления и уваривания сахаро-пектиново-порейного сиропа и в отделении приготовления зефирной массы на линии производства зефира не имеющих газоочистных устройств. Значительные количества пыли сахара выделяются при работе пудромольной установки на участке приготовления сахарной пудры, где также отсутствуют газоочистные устройства. Вышеуказанные свойства пыли сахара являются веским основанием для оборудования данных технологических процессов газоочистными установками.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Интернет-портал Красный пищевик [Электронный ресурс] – 2020. – Режим доступа: <https://www.zefir.by/company/history/>– Дата доступа: 05.10.2020.
2. Акт инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух ОАО «Красный пищевик» от 15.04.2019.
3. *Тасполтаева А.Р.* Технология пищевых производств. Описание технологии производства зефира. ЮКГУ им. М. Ауэзова, 2010. – 10 с.
4. *Зубченко А.В.* Технология кондитерского производства. – Воронеж: Воронежская государственная технологическая академия, 1999. – 432 с.
5. Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 23 июня 2009 года №42 «Об утверждении инструкции о порядке инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух». Зарегистрировано в Национальном реестре - № 8/34641 от 24.09.2019 г.

## УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ) SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE FORESTRY COMPLEX IN A CIRCULAR ECONOMY (ON THE EXAMPLE OF THE REPUBLIC OF BELARUS AND THE RUSSIAN FEDERATION)

*Г. Н. Ярыгина<sup>1</sup>, И. И. Шанин<sup>2</sup>*  
*H. Yaryhina, I. Shanin*

<sup>1</sup>Полоцкий государственный университет, Беларусь, Витебская обл., г. Новополоцк,  
<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова».  
Воронеж, Россия.

*Polotsk State University, Novopolotsk, Belarus, g.yarygina@psu.by*  
*Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia,*  
*kingoao@mail.ru*

В Республике Беларусь и в Российской Федерации леса являются одним из основных возобновляемых природных ресурсов и важнейших национальных богатств. Леса и лесные ресурсы имеют большое значение для устойчивого социально-экономического развития страны, обеспечения ее экономической, энергетической, экологической и продовольственной безопасности. Целью данного исследования является определение