

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Светлова Я.С., студент

Научный руководитель Скуратович И.В.

Белорусский национальный технический университет, Беларусь

В данной статье дана краткая характеристика водопотребления и водоотведения предприятий хлебопекарной промышленности на примере хлебозавода «Автомат». Рассматриваются процессы, в ходе которых используется вода, и образуются сточные воды. Предлагается внедрение автоматизированной СИП-мойки, что подтверждается результатами бенчмаркинга с европейскими показателями.

Ключевые слова: хлебопекарная промышленность, ресурсосбережение, охрана окружающей среды, водопотребление, сточные воды, СИП-мойка (СИР).

Хлебопекарная промышленность играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности страны. В Республике Беларусь данная отрасль представлена более чем 200 предприятиями, среди которых ведущее место занимает КУП «Минскхлебпром». Оно состоит из шести территориально обособленных хлебозаводов города Минска, включая хлебозавод «Автомат» [1].

При производстве хлебобулочных изделий предприятие для своих нужд использует большой объем воды, который, пройдя через производство, превращается в сточные воды. Для этого требуется запас чистой питьевой воды. Например, для изготовления теста на 100 кг муки необходимо взять от 30 до 70 л воды.

Для обеспечения технологического процесса производства продукции на хлебозаводе имеются системы водоснабжения и водоотведения. Источником водоснабжения является сеть коммунального водопровода УП «Минскводоканал». Как резервный источник водоснабжения, хлебозавод имеет на своей территории собственную артезианскую скважину.

В таблице 1 приведена информация о водопотреблении и водоотведении хлебозавода «Автомат» за 2022-2025 гг [2].

На хлебозаводе «Автомат» образуются следующие виды сточных вод: от цехов полуфабрикатов и готовой продукции, загрязненные мучными примесями; от охлаждения теплообменных аппаратов; хозяйственно-бытовые [3]. Их сброс осуществляется в городские канализационные сети УП «Минскводоканал».

Таблица 1 – Информация о фактическом водопользовании хлебозавода «Автомат»

Наименование показателей	Объемы водопользования, тыс. куб. м/год			
	Фактическое значение			
	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.
Получение воды	108,143	125,098	127,449	114,412
Использование воды на собственные нужды (по целям водопользования) – всего, в том числе:	108,143	125,098	119,671	106,787
на хозяйственно-питьевые нужды	20,2	20,2	20,292	20,292
на нужды промышленности	87,851	104,898	99,379	86,495
Потери и неучтенные расходы воды – всего, в том числе при транспортировке	-	-	7,778	7,624
Безвозвратное водопотребление	-	-	35,777	31,1384
Сброс сточных вод	76,516	87,334	83,894	75,649

Основными загрязнителями сточных вод хлебопекарной промышленности являются взвешенные вещества, состоящие из легких фракций (эмульгированные жиры, пригоревшие при выпечке взвеси) и тяжелых (мука и мучные примеси, крахмал, частицы теста и хлеба).

Для хлебозавода «Автомат» с 2022 по 2025 годы удельные показатели расхода воды на единицу выпускаемой продукции отображены на рисунке 1. Процессы, для которых используется вода, представлены в таблице 2.

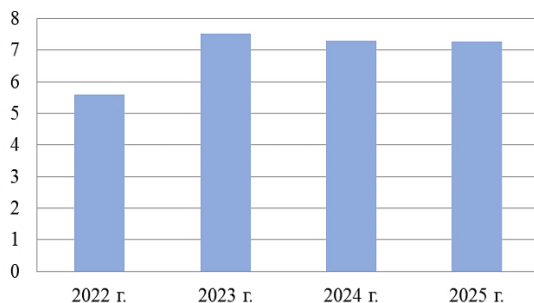


Рисунок 1 – Удельный показатель расхода воды на единицу выпускаемой продукции (м³/тонн)

Таблица 2 – Структура водопотребления и водоотведения хлебопекарных предприятий

Статья водопотребления	Примечание
<i>Технологические процессы, в том числе:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - приготовление теста для хлеба и хлебобулочных изделий из ржано-пшеничной муки - приготовление кондитерских изделий из пшеничной муки - опрыскивание изделий форсунками при подаче в печь - приготовление мучной заварки в заварочных машинах 	Безвозвратное потребление воды
<ul style="list-style-type: none"> - увлажнение расстоечных шкафов - увлажнение пекарных камер при производстве хлеба из ржано-пшеничного теста 	Безвозвратное потребление воды в виде пара
<ul style="list-style-type: none"> - охлаждение емкостей для брожения и рубашек заварочных машин - мойка тестомесильных машин - раковины в производстве - мытье хлебных лотков в ваннах - мытье яиц в ванной - мытье изюма в ванной - мытье полов и панелей, м² - лаборатория 	Водоотведение в канализацию
<i>Расход воды, не зависящий от производства продукции, обусловленный технологическими нуждами</i>	
<i>Котельная, в том числе:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - наполнение системы отопления - продувка котлов - регенерация фильтров 	Водоотведение в канализацию
<i>Градирия, в том числе:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - расход воды на восполнение потерь от испарения и уноса ветром 	Безвозвратное потребление воды
<i>Хозяйственно-бытовые нужды</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - Хозяйственно-питьевые нужды (питье, умывальники и душевые сетки) - Прачечная 	Водоотведение в канализацию

Примечание – источник информации – отчетность предприятия

На рисунке 2 представлены операции и количество отводимой воды в канализацию после потребления ее на необходимые технологические нужды. Заметим, что довольно большие объемы воды идут на мойку оборудования и инвентаря, которая осуществляется с использованием кальцинированной соды, Пемолукса. В качестве дезинфицирующих средств применяются Хлороцид, хлорная известь, Оксон.

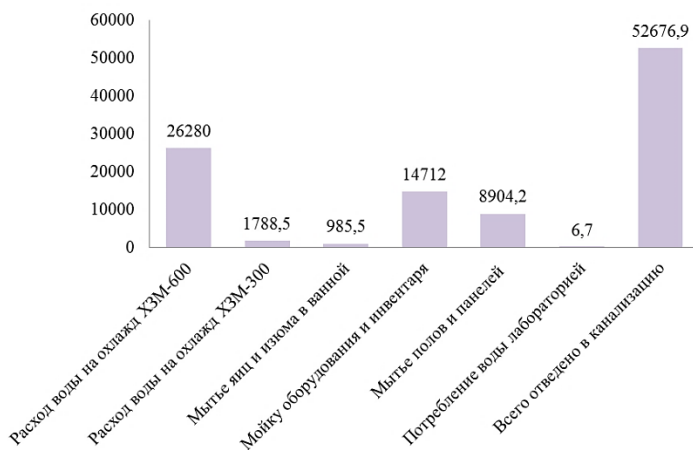


Рисунок 2 – Сводные показатели потребности воды на основные технологические нужды, м³/ год

Потребление воды, а также отведение сточных вод являются важными экологическими аспектами, требующими разработки и внедрения мероприятий для снижения отрицательного воздействия на окружающую среду. Предлагается автоматизировать этот процесс и заменить моющие средства на биоразлагаемые.

Предлагаем внедрить полностью автоматизированные, рециркуляционные СІР-станций. Такие системы точнейшим образом дозируют воду, кислоту, щелочь, используют один и тот же моющий раствор для нескольких циклов (после проверки концентрации), а также обеспечивают возврат и повторное использование последней порции ополаскивающей воды в качестве первой порции моющего раствора для следующего цикла.

Схема станции безразборной мойки представлена на рисунке 3 [4].

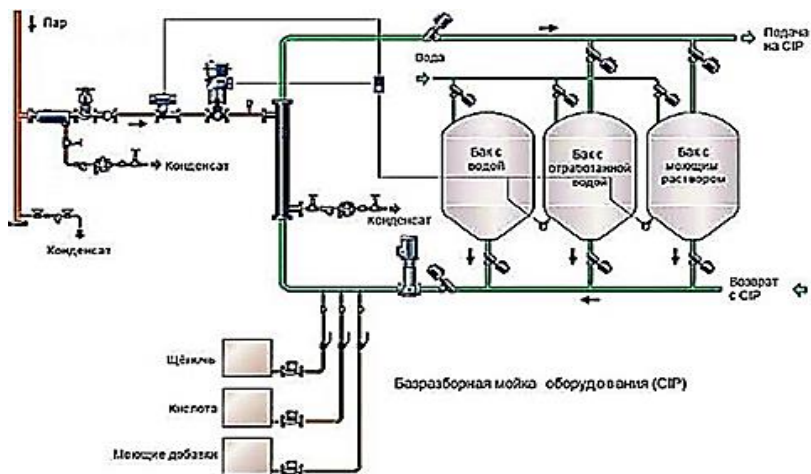


Рисунок 3 – Схема СИП-мойки

Актуальность внедрения автоматизированной СИП-мойки на хлебозаводе «Автомат» подтверждается результатами бенчмаркинга с европейскими показателями. Референсный уровень для лучших доступных технологий (НДТ) в ЕС на хлебозаводах составляет 0,8 – 2,1 л свежей воды на кг готовой продукции (хлеб, свежие кондитерские изделия) (эквивалентно 0,8 – 2,1 м³/т). Данное значение взято из EU BAT (IPPC BREF 2019).

Переход с ручной мойки на СИП-мойку является мировым трендом в снижении водопотребления и соответствует философии «чистоты на месте», принятой на современных предприятиях. Это позволяет приблизить белорусское предприятие к европейским стандартам ресурсоэффективности, где, например, во Франции ведется активная работа по снижению сопутствующих потерь.

Литература:

1. <https://www.minskhlleb.by/>
2. Светлова Я. С. Воздействие предприятий хлебопекарной промышленности на окружающую среду / Материалы VIII Международного молодежного экологического Форума, 13-14 ноября 2024 г., Кемерово [Электронный ресурс] / Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева; Под ред. член-корр. РЭА Т. В. Галаниной, М. И. Баумгартэна – Кемерово, 2025.
3. Состав сточных вод хлебопекарных заводов. – <https://www.voda.ru/articles/hlebopekarni/sostav-stokov> (Дата обращения 26.03.2026).
4. Что значит СИП или СИП-мойка? – https://ximiks.ru/cip_answer (Дата обращения 25.03.2026).