

УДК 504.062

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ С УЧЕТОМ ПЕРЕРАБАТЫВАЕМОГО СЫРЬЯ И ПРОИЗВОДИМОЙ ПРОДУКЦИИ

П. Н. ЗАХАРКО¹⁾, С. А. ДУБЕНОК¹⁾

¹⁾Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов,
ул. Славинского 1/2, 220086, Минск, Беларусь

Регулирование водопользования на промышленных предприятиях, особенно на водоемких, в условиях изменяющегося климата является важной экономической и экологической задачей. Одним из способов устойчивого водопользования на предприятиях является постоянное планирование водопотребления и водоотведения в увязке с объемами и видами выпускаемой продукции. С точки зрения ученых, на водоемких предприятиях наиболее обоснованным подходом к оптимизации водопользования является разработка индивидуальных технологических нормативов водопользования (водопотребления и водоотведения). Предприятия по производству молочных продуктов являются достаточно водоемкими, водопользование которых зависит от ряда факторов: ассортимента исходного сырья для производства продукции и видов производимой продукции; диверсификации производственных процессов; образования и переработки побочных продуктов, что зачастую приводит к увеличению объема сточных вод по отношению к объему водопотребления; технологии санитарной обработки оборудования. Учитывая специфику производственных процессов, разработана Методика расчета водопользования для предприятий по производству молочных продуктов с учетом перерабатываемого сырья и производимой продукции. В ней обоснована необходимость изменения терминологии в части нормирования водопользования, разработаны критерии по выбору двух подходов к разработке индивидуальных технологических нормативов, детализированы статьи водопотребления и водоотведения, а также уточнены отдельные параметры их расчета. Апробация методики свидетельствует, что предложенные подходы и отдельные параметры расчета статей водопользования позволяют более точно прогнозировать предприятию объемы водопотребления и водоотведения при планировании производственной деятельности, что особенно актуально для водоемких отраслей в условиях ограниченности имеющихся водных ресурсов.

Ключевые слова: методика; водопотребление и водоотведение; индивидуальная технологическая норма водопользования; сырье; молочные продукты.

METHODS FOR CALCULATING WATER USE FOR DAIRY PRODUCTS PRODUCTION ENTERPRISES, TAKING INTO ACCOUNT THE PROCESSED RAW MATERIALS AND TYPES OF PRODUCED PRODUCTS

P. N. ZAKHARKO^a, S. A. DUBIANOK^a

^aCentral Research Institute for Complex Use of Water Resources,
1/2 Slavinskaga Street, Minsk 220086, Belarus
Corresponding author: S. Dubianok (dsnega@list.ru)

Образец цитирования:

Захарко ПН, Дубенок СА. Методика расчета водопользования для предприятий по производству молочных продуктов с учетом перерабатываемого сырья и производимой продукции. *Журнал Белорусского государственного университета. Экология*. 2021;2:93–103.
<https://doi.org/10.46646/2521-683X/2021-2-93-103>

For citation:

Zakharko PN, Dubianok SA. Methods for calculating water use for dairy products production enterprises, taking into account the processed raw materials and types of produced products. *Journal of the Belarusian State University. Ecology*. 2021;2:93–103. Russian.
<https://doi.org/10.46646/2521-683X/2021-2-93-103>

Авторы:

Полина Николаевна Захарко – начальник отдела нормирования воздействия на окружающую среду.
Снежана Анатольевна Дубенок – заместитель директора по научной работе.

Authors:

Polina N. Zakharko, head of the department of regulation of environmental impact.
polina.k.85@mail.ru
Sniazhana A. Dubianok, deputy director for research.
dsnega@list.ru

Regulation of water use at industrial enterprises, especially at water-intensive enterprises, in a changing climate is an important economic and environmental task. One of the ways of sustainable water use at enterprises is the constant planning of water consumption and wastewater disposal in relation to the volumes and types of products produced. From a scientific point of view, at water-intensive enterprises, the most reasonable approach to optimizing water use is the development of individual technological standards for water use (water consumption and disposal). Dairy enterprises are quite water-intensive, the water use of which depends on a number of factors: assortment of raw materials for the production of products and types of products; diversification of production processes; the formation and processing of by-products, which often leads to an increase in the volume of wastewater formation in relation to the volume of water consumption; technologies for sanitizing equipment. Taking into account the specifics of production processes, a Methodology for calculating water use for enterprises for the production of dairy products, taking into account the processed raw materials and manufactured products, has been developed. The Methodology substantiates the need to change the terminology in terms of water use rationing, developed criteria for choosing two approaches to the development of individual technological standards for water use, detailed articles of water consumption and water disposal, and clarified certain parameters for their calculation. Approbation of the Methodology showed that the proposed approaches and individual parameters for calculating water use items allow the enterprise to more accurately predict the volumes of water consumption and wastewater disposal when planning production activities, which is especially important for water-intensive industries in conditions of limited available water resources.

Keywords: technique; water consumption and water disposal; individual technological rate of water use; raw materials; milk products.

Введение

Одним из способов устойчивого водопользования на предприятиях является постоянное планирование водопотребления и водоотведения в увязке с объемами и видами выпускаемой продукции. С научной точки зрения, на водоемких предприятиях наиболее обоснованным подходом к оптимизации водопользования является разработка индивидуальных технологических нормативов водопользования (водопотребления и водоотведения).

Индивидуальные технологические нормативы водопользования (ИТН) разрабатываются для целей:

- планирования предприятием производственной деятельности с учетом потребности в водных ресурсах и их наличия;
- установления предприятию ограничений на объем добычи (изъятия) водных ресурсов, сбросов сточных вод в сети канализации, окружающую среду;
- проектирования систем водоснабжения и канализации;
- контроля рациональности использования водных ресурсов на предприятии.

Методы расчета ИТН водопользования для предприятий различных видов экономической деятельности регламентированы документами¹. Для предприятий по производству молочных продуктов РУП «Институт мясо-молочной промышленности» в 2007 г. разработана Инструкция по нормированию водопотребления и водоотведения в молочной промышленности (далее – Инструкция)². В связи с расширением в последние десятилетия видов и ассортимента выпускаемой продукции, изменением ряда технологических процессов производства молочных продуктов и внедрением новых видов оборудования, методические подходы по разработке ИТН водопользования, изложенные в Инструкции, требуют доработки и уточнения.

Общие методические подходы к расчету водопользования для предприятий по производству молочных продуктов. Проведенный детальный анализ водопользования, технологических процессов производства молочных продуктов и используемого технологического оборудования на предприятиях по производству молочных продуктов позволил выделить ряд факторов, требующих учета при разработке ИТН водопользования:

1. Расширение ассортимента исходного сырья для производства продукции и изменение видов производимой продукции.

В качестве исходного сырья, помимо сырого молока, обезжиренного молока, сливок, может поступать сыворотка, а также иное продовольственное сырье (пахта, сухое цельное молоко, сухое обезжиренное молоко и др.). Для филиалов молочных предприятий (холдингов) характерна частая смена в течение месяца (года) видов производимой продукции, что влияет на характер водопользования.

¹ТКП 17.02-13/1-2015 (33140). Охрана окружающей среды и природопользование. Технологические нормативы. Часть 1. Расчет технологических нормативов водопользования. Введ. 01.01.15. Минск: ЦНИИКИВР; 2015. 38 с.

²Инструкция по нормированию водопотребления и водоотведения в молочной промышленности, РУП «Институт мясо-молочной промышленности». Утверждена первым заместителем Министра сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь в 2007 г.

2. Диверсификация производственных процессов.

Сырое молоко, поступающее на участок приемки (приемно-аппаратный участок), может проходить только частичную обработку (очистка, охлаждение) и далее передаваться для последующего использования иному предприятию (наиболее характерно для филиалов холдингов). Сыворотка, образующаяся при производстве молочных продуктов, может одновременно являться и побочным продуктом переработки молока, и сырьем при ее поступлении на предприятие для переработки.

3. Развитие технологий по переработке побочных продуктов при производстве молочных продуктов.

Образование побочного продукта переработки молока – сыворотки (творожная, подсырная, казеиновая) потребовало развития технологий по ее более глубокой переработке для производства молочных продуктов.

4. Дифференциация условий образования сточных вод и расширение спектра загрязняющих веществ в их составе.

В технологических процессах производства молочных продуктов возможно увеличение объема образования сточных вод по отношению к объему водопотребления на отдельных этапах производства: вторичный пар вакуум-выпарных установок (ВВУ), пермеат (при переработке сыворотки), ретенант (концентрат) (при подготовке воды). Санитарная обработка оборудования характеризуется использованием большого количества моющих (раствор азотной кислоты, щелочи) и дезинфицирующих средств, которые после использования, зачастую без их нейтрализации, отводятся в сети канализации.

5. Совершенствование (развитие) технологий санитарной обработки оборудования.

При санитарной обработке оборудования возможно использование емкостей повторной воды (вторичной воды), в которые поступает вода после последнего ополаскивания оборудования для последующей первой мойки оборудования.

Данные факторы не учтены в Инструкции, разработанной в 2007 г. для предприятий по производству молочных продуктов.

Методология разработки норм и нормативов водопользования была предложена в период существования СССР и включала следующие этапы: утверждение единого *методического подхода* для разработки норм и нормативов водопользования для различных отраслей промышленности «Методические указания по разработке норм и нормативов водопотребления и водоотведения с учетом качества потребляемой и отводимой воды в промышленности» [1]; разработка *отраслевых методик* норм и нормативов водопотребления и водоотведения в промышленности; разработка на основании отраслевых методик *индивидуальных норм* водопотребления и водоотведения для предприятия; разработка на основании индивидуальных норм водопользования *укрупненных норм* водопотребления и водоотведения для отрасли промышленности. При этом необходимо отметить, что в Методических указаниях, разработанных Украинским филиалом научно-исследовательского планирования и нормативов, расчет ИТН водопользования осуществляется как на сырье, так и на продукцию.

В настоящее время в Республике Беларусь методы и общие подходы к разработке технологических нормативов водопользования для предприятий различных видов экономической деятельности изложены в ТКП 17.02-13/1-2015, отраслевой методикой для предприятий по производству молочных продуктов является Инструкция, укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для предприятий по производству молочных продуктов отсутствуют.

Согласно постановлению Минприроды № 21³ и ТКП 17.02-13/1-2015 расчет ИТН водопользования основывается на:

– определении нормативного объема воды на производственные нужды ($W_{пр}$); на нужды, не зависящие от производства продукции (использования сырья), но обусловленные производственным процессом (W_0); на хозяйственно-питьевые нужды ($W_{х-п}$) и определении соответствующих нормативных объемов образования сточных вод ($S_{пр}$, S_0 , $S_{х-б}$);

– определение удельных показателей водопользования: индивидуальный технологический норматив водопотребления и индивидуальный технологический норматив водоотведения (N^B , N^C).

Итоговая формула для расчета ежесуточного (годового) расхода воды, образования сточных вод на 1 т переработанного сырья (1 т произведенной продукции i-го наименования) имеет следующий вид:

$$W = N_1^B \times P_1 + N_2^B \times P_2 + \dots + N_n^B \times P_n + W_0 + W_{х-п},$$

$$S = N_1^C \times P_1 + N_2^C \times P_2 + \dots + N_n^C \times P_n + S_0 + S_{х-б}.$$

³О некоторых вопросах разработки технологических нормативов водопользования. Постановление Министерства природных ресурсов Республики Беларусь, 4 мая 2015 г., № 21. Минск: [б. н.]; 2021.

Индивидуальный технологический норматив водопользования рассчитывается по формуле:

$$N^B = \frac{W_{\text{пр}}}{P}, \quad N^C = \frac{S_{\text{пр}}}{P},$$

где P – объем переработанного сырья (производимой продукции), т.

В Инструкции индивидуальная норма водопотребления рассчитывается как сумма норм расхода воды на производственные и хозяйственно-питьевые нужды, при этом вспомогательные нужды (W_0 по сноске 1) включаются в норму расхода воды на производственные нужды, что не соответствует подходу к расчету ИТН согласно постановлению Минприроды № 21 и ТКП 17.02-13/1-2015. Кроме того, индивидуальная норма водоотведения рассчитывается как разница между индивидуальной нормой водопотребления и суммой норм на потери и безвозвратное водопотребление, что является некорректным при расчете нормы водоотведения для предприятий, осуществляющих производство сухих молочных продуктов, где объем водоотведения превышает водопотребление.

С учетом вышеизложенного, действующая Инструкция требует доработки как в части методических подходов в разработке ИТН водопользования, так и расчета отдельных статей водопользования. Поэтому с учетом имеющегося опыта разработки ИТН водопотребления и водоотведения для предприятий по производству различных видов молочных продуктов разработана *Методика расчета водопользования для предприятий по производству молочных продуктов с учетом перерабатываемого сырья и производимой продукции (далее – Методика)*. В дальнейшем, разработанные на основании Методики индивидуальные технологические нормативы водопользования могут быть использованы для разработки укрупненных нормативов водопользования для предприятий по производству молочных продуктов.

Несмотря на то что, согласно постановлению Минприроды № 21, разработка ИТН водопользования для предприятий по производству молочных продуктов осуществляется только на единицу перерабатываемого сырья, в Методике предложено два подхода к разработке ИТН водопользования.

Необходимость применения двух подходов к расчету ИТН водопользования обусловлена расширением ассортимента исходного сырья для производства продукции, изменением на одном предприятии в течение месяца (года) видов производимой продукции, диверсификацией производственных процессов.

Расчет ИТН водопользования опирается на данные по количеству переработанного сырья, произведенных молочных продуктов из форм статистической отчетности: ведомственная отчетность формы 2 – молоко «Отчет об использовании сырья в организациях, осуществляющих переработку молока», 12 – продукты животноводства «Отчет о поставке продуктов животноводства», государственная статистическая отчетность 12-п «Отчет о производстве промышленной продукции (работ, услуг)».

Учет поступившего сырого молока ведется не в физическом весе, а путем его перевода в молоко базисной жирности. Также нормы расхода и фактические расходы молока переводятся на молоко базисной жирности. Для пересчета количества молока фактической жирности в базисное используется коэффициент 3,6.

При разработке ИТН на 1 т сырья учитывается сырье, поступившее на производство: сырое молоко, обезжиренное молоко, сливки и привозная сыворотка. При поступлении обезжиренного молока и сливок в незначительном количестве, их объемы допускается добавлять к общему объему поступившего сырого молока. В случае, когда обезжиренное молоко и сливки поступают в отдельный цех для производства конкретного вида продукции, расчет ИТН проводят отдельно на каждый вид поступившего сырья. ИТН на привозную сыворотку рассчитывается отдельно.

При разработке ИТН на 1 т продукции учитываются все виды молочных продуктов, указанные в формах статистической отчетности предприятия.

Критерии выбора подхода к расчету ИТН водопользования приведены ниже:

Расчет ИТН водопользования на 1 т сырья

1. На стадии проектирования предприятия по производству молочных продуктов с учетом проектной мощности предприятия и планируемого режима работы цехов.
2. При производстве до 3-х видов готовой продукции (например, сыр, масло и концентрированная (сухая) сыворотка).
3. При разработке ИТН водопользования на участок (цех) в случае, если его производственный процесс не завершается выпуском готовой продукции.

Расчет ИТН водопользования на 1 т продукции

1. При производстве более 3-х видов продукции в широком ассортименте.
2. При разработке ИТН водопользования на участок (цех) и в случае, если производственный процесс участка (цеха) завершается выпуском готовой продукции.
3. При значительном ежегодном изменении режимов работы оборудования, видов выпускаемой готовой продукции.

Проведенный анализ нормативных и технических нормативных правовых актов в области нормирования водопользования показал, что в Республики Беларусь в разных отраслях промышленности встречаются два термина при разработке балансов водопользования – норма и норматив водопотребления и водоотведения:

– Инструкция по нормированию водопотребления и водоотведения в молочной промышленности и Инструкция по нормированию водопотребления и водоотведения в мясной промышленности закрепляют разработку индивидуальных *норм* водопотребления и водоотведения.

– Постановление Министерства транспорта и коммуникаций от 19 мая 2008 г. № 67 «Об утверждении отраслевых технологических нормативов водопотребления и водоотведения для организаций, осуществляющих дорожную деятельность» закрепляет разработку отраслевых технологических *нормативов* водопотребления и водоотведения для организаций, осуществляющих дорожную деятельность.

– Методические инструкции по разработке индивидуальных технологических нормативов водопотребления и водоотведения для организаций Департамента по хлебопродуктам Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь закрепляет разработку индивидуальных *нормативов* водопотребления и водоотведения для предприятий хлебопекарной, макаронной, мукомольно-крупяной, комбикормовой и элеваторной промышленности.

При этом по отношению к расходу топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) для различных отраслей промышленности страны применим только термин «*норма*».

В Российской Федерации в ИТС 45-2017 Производство напитков, молока и молочной продукции [2] применяются термины «*норма*» и «*индивидуальная норма водопотребления и водоотведения*».

Таким образом, *норма* – это показатель включающий усредненный объем водопотребления по всем статьям расхода воды, то есть абсолютный показатель, характеризующий максимально допустимые объемы воды при изготовлении единицы продукции; *норматив* – объем водопотребления по конкретному оборудованию, линии и т. д., то есть относительный показатель, определяющий количественное соотношение плановых затрат и результатов производства. Во многих случаях нормативы превращаются в коэффициенты и являются расчетной основой для определения норм, их поэлементной составляющей (коэффициент использования металла, коэффициент сменности работы оборудования).

Учитывая вышеизложенное в Методике предложено использовать термин *индивидуальные (индивидуальные технологические) нормы водопотребления и водоотведения*. Также подходы к расчету ИТН водопользования приведены в ней в соответствии с требованиями ТКП 17.02-13/1-2015, разработаны критерии по выбору двух подходов к разработке ИТН водопользования, детализированы статьи водопотребления и водоотведения, а также уточнены отдельные параметры их расчета.

Расчет водопользования по статьям потребления воды. На основании имеющегося опыта разработки ИТН водопользования для различных предприятий по производству молочных продуктов, проведено структурирование всех статей по направлениям потребления воды, с целью определения нормативного объема воды на производственные нужды ($W_{пр}$); на нужды, не зависящие от производства продукции (использования сырья), но обусловленные производственным процессом (W_0); на хозяйственно-питьевые нужды ($W_{х-п}$). Сводные данные приведены в табл. 1.

Далее более детально рассмотрены статьи водопользования, которые требовали уточнения в Инструкции и были учтены в разработанной Методике.

Статья «Обеспечение технологических параметров оборудования»

В связи с расширением спектра, применяемого на предприятиях по производству молочных продуктов водопотребляющего оборудования, а также развитием технологий по переработке побочных продуктов проведена детализация данной статьи водопользования. В табл. 2 приведен перечень оборудования, для которого необходимо проводить расчеты по статье «Обеспечение технологических параметров оборудования».

В рамках данной статьи для учета расхода воды предложено вводить *коэффициенты использования оборудования*, обоснованные в разработанной Методике.

Большая часть оборудования на предприятиях по производству молочных продуктов (сепараторы, гомогенизаторы, пастеризаторы, ВВУ и др.) при пуске-разогреве работают на холостом ходу, используя воду. Согласно Методическим рекомендациям по нормированию топливно-энергетических ресурсов⁴ применяется коэффициент использования оборудования ($k_{ин}$).

Коэффициент использования оборудования учитывает время работы оборудования в рабочем режиме и при пуске-разогреве при осуществлении технологической операции в пределах одного рабочего цикла.

⁴Методические рекомендации по нормированию топливно-энергетических ресурсов для организаций системы Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. Утверждены Министром сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь 15 августа 2017 г.

Рассчитывается он по формуле

$$K_{\text{ип}} = \tau_p / (\tau_n + \tau_p),$$

где τ_p, τ_n – время работы оборудования в рабочем режиме и при пуске-разогреве соответственно.

Для всего оборудования (гомогенизатор, охладитель, установка для пастеризации, автоматы по розливу продукции, заквасочник и др.) введен коэффициент 0,8. Данный коэффициент предлагается также использовать и при расчете ИТН водопользования, при отсутствии данных, позволяющих проводить расчеты по вышеуказанной формуле.

Таблица 1

Сводные данные по статьям потребления воды

Table 1

Summary data on water consumption items

Статья	Наименование статьи
Производственные нужды ($W_{\text{пр}}$)	
1	Обеспечение технологических параметров оборудования (использование воды в процессе работы оборудования)
2	Санитарная обработка оборудования
3	Санитарная обработка автомолцистерн (наружная и внутренняя мойка)
4	Приготовление моющих растворов
5	Санитарная обработка производственных помещений
6	Санитарная обработка текстильных изделий (серпянки)
7	Приготовление рецептур
8	Приготовление рассола для соляных бассейнов
9	Расход воды на посол сыра в зерне
10	Расход воды на промывку казеина, промывку сырного зерна
11	Выработка пара (котельная)
11.1	Восполнение потерь конденсата пара
11.2	Продувка котла
11.3	Потери с выпаром деаэратора
11.4	Собственные нужды водоподготовки
12	Расход воды на подпитку оборотной системы вакуум-выпарной установки (ВВУ)
Нужды, не зависящие от производства продукции (используемого сырья), но обусловленные производственным процессом (вспомогательные нужды) (W_0)	
1	Нужды лаборатории
2	Водоподготовка питьевой воды
3	Профилактическая чистка и дезинфекция РЧВ, промывка водопроводной сети
4	Расход воды на подпитку оборотной системы аммиачной компрессорной
5	Подпитка тепловой сети
Хозяйственно-питьевые нужды	
1	Расход воды на питьевые нужды
2	Расход воды на принятие душа
3	Расход воды полив зеленых насаждений
4	Расход воды на мойку твердых покрытий
5	Расход воды на нужды прачечной
6	Влажная уборка непроизводственных помещений
7	Расход воды на нужды столовой

Оборудование, использующее в процессе работы воду

Table 2

Equipment using water during operation

№	Название оборудования	Процесс, в котором задействована вода	Дополнительные потоки в канализацию
1	Гомогенизатор	Вода используется только в плунжерных гомогенизаторах. Плунжеры при работе сильно нагреваются от горячего продукта, который проникая через уплотнение, присыхает к поверхности плунжеров. Поэтому в гомогенизаторах находится специальное смывное приспособление, через которое на плунжеры подается вода, смывающая продукт	Нет. Отведение сточных вод от охлаждения осуществляется в сети канализации
2	Сепаратор-молокоочиститель, сепаратор-сливкоотделитель, бактофуга	Сепараторы самовыгружающиеся используют воду для выгрузки осадка, при этом весь барабан не моется и сепаратор не останавливается	При работе сепаратора образуется дополнительный поток в систему канализации: осадок, который сбрасывается из сепаратора; бактофугат, который сбрасывается из бактофуги
3	Заквасочник	Прямоточное охлаждение (водяная рубашка)	Нет. Отведение сточных вод от охлаждения осуществляется в сети канализации
4	Маслоизготовитель	Вода используется: – в сбивателе имеется рубашка холодной воды для охлаждения цилиндров; – для промывки масляного зерна в текстураторе (после удаления пахты масляное зерно промывается, вода для промывки удаляется из маслоизготовителя через отстойник); – в текстураторе для охлаждения пахты и масляного зерна	Нет. Отведение сточных вод от охлаждения и после промывки масляного зерна осуществляется в сети канализации
5	Маслообразователь	Вода может использоваться: – в рубашке для охлаждения продукта; – в случае перерыва в работе масло в цилиндрах затвердевает и для обогрева цилиндров в охлаждающую рубашку необходимо подать пар или горячую воду. Цилиндры после этого очистятся от продукта. Промывка цилиндров осуществляется горячей водой и специальными растворами	Нет. Отведение сточных вод от охлаждения и после промывки цилиндров осуществляется в сети канализации
6	Автоматы розлива, фасовочные автоматы, термоусадочная машина	Охлаждение механизма сварки поперечного шва и др.	Нет. Отведение сточных вод от охлаждения осуществляется в сети канализации
7	Мембранные установки для подготовки воды	Подготовка пастеризованной воды, воды для рецептов, воды для санитарной мойки мембранных установок	При работе образуется концентрат, который отводится в канализацию
7.1	Мембранные установки для переработки сырья	Используются в основном для концентрирования сыворотки и молока, перед их сушкой	При работе образуется пермеат, который отводится в канализацию
8	ВВУ	Охлаждение и обеспечение рабочего режима вакуум-насосов	При работе образуется вторичный пар, который после конденсации отводится в канализацию
9	Стерилизатор	Используется горячая вода перед запуском оборудования для его стерилизации	Нет. Вода после стерилизации оборудования отводится в сети канализации

Статья «Санитарная обработка оборудования»

Санитарная обработка оборудования может осуществляться ручным и механизированным способом. В настоящее время его большая часть на предприятиях по производству молочных продуктов преимущественно моется с использованием механизированного способа. Ручным способом моются съемные части оборудования, осуществляется наружный обмыв оборудования.

В зависимости от способа санитарной обработки предложены варианты расчета расхода воды при ручной и механизированной мойке.

При ручной санитарной обработке оборудования в моечных ваннах необходимо учитывать их количество, объем каждой секции, время и периодичность мойки оборудования. При ополаскивании оборудования в моечных ваннах с использованием проточной воды, при осуществлении наружного обмыва оборудования моечными шлангами учитывается диаметр шланга и времени его работы на одну единицу оборудования.

Механизированная санитарная обработка оборудования осуществляется с использованием баланси́ровочных бачков и емкостей СИП-моек. В баланси́ровочных бачках вода и моющие растворы циркулируют в течение одного цикла мойки и далее сбрасываются в канализацию. СИП-мойки осуществляются в автоматическом режиме, при котором моющие растворы после цикла мойки возвращаются в специальные емкости и используются многократно. Также возможно использование емкостей повторной воды, в которые подается вода после последнего ополаскивания оборудования для последующей первой мойки оборудования.

Учитывая разнообразие видов оборудования, которое моется механизированным способом, в Методике детализирована данная статья расхода воды и предложены основные параметры к ее расчету:

– при использовании баланси́ровочных бачков необходимо учитывать объем отдельно каждого, объем заполнения системы и количество заполнений на одну единицу оборудования в сутки;

– при использовании СИП-моек для основного технологического оборудования необходимо учитывать производительность насоса подачи воды, коэффициент использования его паспортной производительности, время его работы на один цикл мойки;

– при использовании СИП-моек для емкостного оборудования (резервуаров) рекомендуется расчет расхода воды осуществлять в соответствии с подходом, применяемым при разработке ИТН водопользования для предприятий по производству алкогольных и безалкогольных напитков, где норма расхода воды зависит от объема резервуара: для резервуара до 10^3 – расход воды 2 л/1 дал емкости; от 10 до 50 м^3 – 1,4 л/1 дал емкости; от 50 до 100 м^3 – 1,1 л/1 дал емкости; свыше 100 м^3 – 0,8 л/1 дал емкости;

– при использовании в СИП-мойке емкостей повторной воды, необходимо отдельно рассчитывать объем повторного водоснабжения.

Следует отметить, что санитарная обработка производственных помещений в настоящее время может осуществляться не только с использованием моющих шлангов, но и моющих машин, что потребовало детализации расчета по данной статье водопотребления в Методике.

Санитарная обработка пола моющими машинами включает следующие этапы:

– подача моющего раствора или чистой воды из бака на щетку;

– вращение щетки и размывание загрязнений;

– сбор при помощи резиновых лезвий и вакуумной системы сточных вод в специальный бак.

При использовании моющих машин расход воды рассчитывается по объему бака, заполняемого водой с учетом количества его заполнения в сутки (год). Объем образования сточных вод при использовании моющих машин равен объему бака использованной воды и рассчитывается с учетом количества слива сточных вод из бака использованной воды в сутки (год).

Расчет расхода моющих средств для санитарной обработки оборудования и помещений осуществляется аналогично расчету расхода воды на санитарную обработку оборудования.

Статья «Расход воды на нужды котельной»

Основным направлением работы котельной на предприятии по производству молочных продуктов является выработка пара, который используется в различных технологических процессах:

– для подогрева молока (пластинчатый подогреватель, пастеризационно-охладительная установка, трубчатый теплообменник);

– при плавлении сырной массы, приготовлении сахарного сиропа (сироповарочный котел);

– при сгущении сырья в ВВУ;

– при ультрапастеризации молока путем использования прямого нагрева – впрыскивание (инжекция) пара в молоко или подача молока в среду пара;

– при дезинфекции оборудования паром и др.

При этом большая часть пара в виде конденсата должна возвращаться в котельную для повторного использования. Потери, связанные с невозвратом конденсата, обусловлены загрязнением пара при работе ВВУ и при ультрапастеризации молока путем использования прямого нагрева.

Проведенный анализ разработанных ИТН водопользования ряда предприятий показал, что зачастую все вышеперечисленные технологические процессы использования пара относятся к потерям, что является некорректным. Так как от всех технологических процессов, за исключением его конденсата после установок ВВУ, ультрапастеризации молока, пар возвращается в виде конденсата в котел. При этом возврат конденсата относится к повторному водоснабжению.

Статья «Расход воды на нужды котельной» включает ряд подстатей расхода воды на:

- восполнение потерь конденсата пара;
- продувку котлов;
- восполнение потерь с выпаром деаэратора;
- водоподготовку.

Наиболее водоемкой подстатьей является «расход воды на восполнение потерь конденсата пара», в связи с чем предложена уточненная формула для определения количества воды на восполнение потерь воды с конденсатом пара при производстве тепловой энергии:

$$W_{\text{пар}} = \frac{Q \cdot 10^6}{\rho \cdot r} \cdot (1 - \mu),$$

где Q – выработка тепловой энергии (пар) за анализируемый период согласно статистическим данным, Гкал;
 r , ρ – удельная теплота парообразования и плотность воды, $r = 477,35$ ккал/кг, $\rho = 876$ кг/м³, для насыщенного пара давлением 11 бар;

μ – возврата конденсата согласно статистическим данным предприятия за анализируемый период.

Таким образом, в разработанной Методике приемы расчета ИТН водопользования приведены в соответствии с требованиями постановления Минприроды № 21 и ТКП 17.02-13/1-2015, обоснованы подходы к расчету ИТН водопользования, структурированы и детализированы отдельные статьи водопользования, уточнены входные данные для расчета водопользования. Это позволит в дальнейшем предприятиям по производству молочных продуктов более точно спрогнозировать объемы потребления воды и образования сточных вод при производстве различных видов продукции.

Апробация Методики

Внедрение Методики осуществлялось на предприятии с годовым объемом переработки молока базисной жирности 69126,7 т, из них 54493,3 т молока использовано для производства собственной продукции, 14677,4 т молока прошло частичную обработку и отгружено иному предприятию. Годовой объем производства продукции: масло – 343,7 т, сыр твердый – 4836 т, сырная масса – 6,1 т, полуфабрикат сырный свежий – 55,4 т, сыворотка сгущенная – 12078,8. На предприятии осуществляется концентрирование сыворотки на установке нанофльтрации GEA Filtration NF.

Проведен сравнительный анализ статей водопользования, рассчитанных для данного предприятия по Инструкции и по Методике. Сводные данные по двум подходам к расчету ИТН приведены в табл. 3.

Учитывая, что на анализируемом предприятии часть сырого молока проходит только частичную обработку и далее передается для использования иному производителю, проведен отдельный расчет водопользования на данный объем сырого молока (14677,4 т). Сводные данные приведены в табл. 4.

Дифференцированный подход, предложенный в Методике, позволил снизить нормы водопользования за счет детализации отдельных статей водопотребления и водоотведения, а также расчета отдельно норм водопользования на тонну молока базисной жирности, перерабатываемого для производства собственной продукции, и на тонну молока базисной жирности, отгружаемого после частичной обработки на иное предприятие.

Объем воды на санитарную обработку оборудования снижен на 18,5 %, суммарный объем воды по предприятию снижен на 12,1 %, и, соответственно, норма водопотребления снижена с 3,6 м³/т до 3,449 м³/т.

При этом соотношение объема образования сточных вод к объему водопотребления, полученное по Инструкции, составило 109 %, по Методике 112 %. Увеличение на 3 % данного соотношения обусловлено расчетом дополнительных объемов сточных вод, поступающих в сети канализации: осадок из сепаратора и бактофуги, конденсат после технологических процессов.

Таким образом, предложенные в Методике подходы и отдельные параметры расчета статей водопользования позволяют более точно прогнозировать предприятию объемы водопотребления и водоотведения при планировании производственной деятельности, что особенно актуально для водоемких отраслей в условиях ограниченности имеющихся водных ресурсов.

Таблица 3

Сравнительный анализ статей водопользования по двум подходам
к расчету индивидуальных технологических нормативов водопользования

Table 3

Comparative analysis of water use items according to two approaches
to the calculation of individual technological standards for water use

Статья	Наименование статьи	по Инструкции		по Методике	
		вода	сточные воды	вода	сточные воды
Производственные нужды				Производственные нужды	
1	Обеспечение технологических параметров оборудования	11187,2	11187,2	10222,8	10555,5
2	Санитарная обработка оборудования	127995,4	127995,4	99787,0	99787,0
3	Приготовление химических растворов	1523,8	1523,8	1200,3	1200,3
4	Наружная и внутренняя мойка автомолцистерн	21313,5	21313,5	16958,0	16958,0
5	Мойка помещений	8286,3	7339,9	8286,3	7339,9
6	Приготовление рассола	360	360	360	360
7	Промывка зерна (сыроизготовитель)	10986	0	10986	0
8	Образование пермеата	0	34518,0	0	34518,0
9	Подпитка котла	1030,0	0	1378,6	1378,6
10	Продувка котла	30,0	0	233,28	233,28
11	Работа деаэрата	482,4	0	102,95	0
12	Водоподготовка	1160,9	1160,9	1160,9	1160,9
13	Лаборатория	167,9	167,9	167,9	167,9
Производственные нужды				Вспомогательные нужды	
14	Лаборатория	1404	1404	1404	1404
15	Станция обезжелезивания	5475	5475	5475	5475
16	Мойка РЧВ	41,2	41,2	41,2	41,2
17	Подпитка теплосети	290,6	0	290,6	0
18	Компрессорная	2380,5	280	2380,5	280
Хозяйственно-питьевые нужды					
19	Хозяйственно-питьевые и бытовые нужды	6697,1	6599,8	6697,1	6599,8
Итого по предприятию		201027,5	219581,9	167132,1	187458,7
Итого производственные нужды		194330,4	212982,2	150843,7	173658,7
ИТН водопользования		3,6	3,9	2,8	3,2

Таблица 4

Статьи водопользования с учетом отгрузки сырого молока

Table 4

Articles of water use, taking into account the shipment of raw milk

Статья	Наименование статьи	по Методике	
		вода	сточные воды
1	Обеспечение технологических параметров оборудования	45,9	104,6
2	Санитарная обработка оборудования	4581	4581
3	Приготовление химических растворов	323,5	323,5
4	Наружная и внутренняя мойка автомолцистерн	4571,2	4571,2
Итого		9521,7	9580,4
ИТН водопользования		0,649	0,653

Заключение

Предприятия по производству молочных продуктов в связи со спецификой производственных процессов являются достаточно водоемкими. Кроме того, для них зачастую характерно увеличение объемов водоотведения по отношению к водопотреблению. В сложившихся условиях требуется более детальное изучение водопользования на предприятиях по производству молочных продуктов. В связи с чем разработана *Методика расчета водопользования для предприятий по производству молочных продуктов с учетом перерабатываемого сырья и производимой продукции*, позволяющая в дальнейшем предприятиям более точно прогнозировать объемы потребления воды и образования сточных вод при производстве различных видов молочных продуктов.

Библиографические ссылки

1. Методические указания по разработке норм и нормативов водопотребления и водоотведения с учетом качества потребляемой и отводимой воды в промышленности [Интернет] : Письмо Госплана СССР, 12 июля 1979 г., № ВИ-1381-94-143. Электронный фонд правовой и научно-технической документации. [Прочитано 3 мая 2021]. Доступно по: <http://docs.cntd.ru/document/1200046183>.

2. ИТС 45-2017. Производство напитков, молока и молочной продукции. [Интернет]. Приказ Росстандарта, 29 ноября 2017 г., № 2668. Электронный фонд правовой и научно-технической документации. [Прочитано 3 мая 2021]. Доступно по: <http://docs.cntd.ru/document/556018151>.

References

1. Guidelines for the development of norms and standards for water consumption and water disposal taking into account the quality of consumed and discharged water in industry. [Internet]. Letter from the State Planning Committee of the USSR, 1979 July 12, No. VI-1381-94-143. Electronic fund of legal and scientific-technical documentation. [Cited 2021 May 3]. Available from: <http://docs.cntd.ru/document/1200046183>.

2. ITS 45-2017. Production of drinks, milk and dairy products. [Internet]. Order of Rosstandart, 2017 November 29, No. 2668. Electronic fund of legal and scientific and technical documentation. [Cited 2021 May 3]. Available from: <http://docs.cntd.ru/document/556018151>.

*Статья поступила в редколлегию 05.05.2021.
Received by editorial board 05.05.2021.*