

Совершенствование схемы водообеспечения сахарного завода

Ю.И. ЗЕЛЕПУКИН, канд. техн. наук, доц. каф. технологии бродильных и сахаристых производств

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

В.П. ЯНЬШИН, ген. директор

ООО ИК «Вектор»

О.В. ЧЕКУНОВ, директор по экономике и финансам

В.А. СТАНКОВ, гл. инженер

АО «Ульяновский сахарный завод»

Введение

Сахар является сырьевым стабильно потребляемым товаром. На протяжении последних 10 лет мировое потребление сахара устойчиво росло в среднем на 2 % в год. Ожидается, что в будущем оно будет следовать за ростом населения планеты. Потребление белого сахара в России стабильно и оценивается на уровне 6 млн т в год.

Сахарная промышленность — одна из ведущих перерабатывающих отраслей, входящих в систему государственного агропромышленного комплекса, — характеризуется высокой степенью потребления воды. Значительно количество и сточных вод, образующихся при этом на сахарных заводах. Оно зависит от схемы водного хозяйства предприятия, совершенства водооборота и производительности основного технологического оборудования.

Ответственность

за нарушение водопользования в Российской Федерации

В настоящее время экологическая служба России обращает большое внимание на работу сахарных заводов и особенно на количество и качество сбросов в окружающую среду. За нарушение правил охраны водных объектов статья 8.13 Кодекса РФ об административных нарушениях предусматривает наложение административного штрафа на должностных лиц до 4 тыс. р.; на юридических лиц — до 40 тыс. р. Статья 8.14 за нарушение

правил водопользования при заборе воды и сбросе сточных вод в водные объекты влечёт наложение административного штрафа на должностных лиц до 2 тыс. р., на юридических лиц — до 20 тыс. р. или административное приостановление деятельности на срок до 90 суток [1].

В соответствии со статьёй 250 Уголовного кодекса РФ за загрязнение, засорение, истощение поверхностных или подземных вод наказывается штрафом в размере до 80 тыс. р. или в размере заработной платы или иного дохода осуждённого за период до 6 месяцев, либо лишением права занимать определённые должности или заниматься определённой деятельностью на срок до пяти лет, либо обязательными работами на срок до 180 часов, либо исправительными работами на срок до одного года, либо арестом на срок до трёх месяцев.

За те же деяния, повлекшие причинение вреда здоровью человека или массовую гибель животных, наказывается штрафом в размере до 200 тыс. р. или в размере заработной платы или иного дохода осуждённого за период до 18 месяцев, либо обязательными работами на срок до 240 часов, либо исправительными работами на срок до двух лет, либо лишением свободы на срок до двух лет. А в случае если эти деяния повлекли по неосторожности смерть человека, наказывается лишением свободы на срок до пяти лет [2].

Наказание за неумелое пользование водными ресурсами в Российской Федерации довольно строгое. Именно по этой причине следует уделять особое внимание совершенствованию схемы водообеспечения сахарного завода.

Обсуждение требований

к рациональной схеме

водоподготовки сахарного завода

Состав сточных вод определяется местными климатическими и почвенными условиями, наличием систем локальной очистки для отдельных технологических потоков. Воду в свеклосахарном производстве используют как хладоноситель при охлаждении продуктов через стенку, конденсации водяных паров в результате охлаждения через стенку или непосредственном контакте. Её применяют в качестве растворителя и химического реагента в технологических процессах (выщелачивание сахарозы из свёклы в диффузионном процессе, промывка фильтрационного осадка и сахара в центрифугах, гашение оксида кальция и приготовление известкового молока). Кроме того, воду используют в производстве сахара комплексно, т. е. она может быть средой, поглощающей и транспортирующей механические примеси.

Особенность сточных вод сахарных заводов заключается в высокой концентрации в их составе взвешенных веществ органического и минерального происхождения

и растворённых органических загрязнений, в дефиците биогенных веществ (соединений азота и фосфора), возможности наличия сапонины, отрицательно влияющего на биологическую очистку стоков, а также сезонности их образования. Попав в открытые водоёмы, сточные воды создают обширные зоны устойчивого загрязнения, нарушающие их нормальное использование для промышленного водоснабжения и других народно-хозяйственных целей.

Определяющий фактор экологичности сахарного производства — организация системы водного хозяйства сахарного завода, лимитирующая количество сточных вод и соответственно размеры земельных площадей, занятых под очистными сооружениями.

Производство сахара связано со значительным потреблением свежей воды и сбросом большого количества загрязнённых сточных вод различных категорий. На 1 т перерабатываемой свёклы расходуется в среднем около 17 т воды различного качества. При повторном и оборотном водоиспользовании расход воды снижается в 10 и более раз. Виды воды, расход и требования, предъявляемые к её качеству, разнообразны. Оценка качества воды позволяет определить возможность её использования на данном объекте и способ обработки на очистных сооружениях [3]. Общий расход воды на современном сахарном заводе составляет 1 400–1 600 % к массе свёклы, а расход свежей промышленной воды из водоёма — 150–180 %, что обусловлено многократным её использованием и возвратом на технологические операции после соответствующей подготовки и очистки. В соответствии с нормами проектирования расход свежей воды новыми предприятиями по отношению к массе свёклы не должен превышать 60 %, а объём отвода производственных сточных вод III категории — не более 50 %.

Организация работы водного хозяйства в случае комплексной реконструкции действующего предприятия должна обеспечивать объём сточных вод не более 170 %.

Большая работа по разработке рациональной схемы водообеспечения была проведена на АО «Ульяновский сахарный завод». Возникла необходимость в короткие сроки решить вопрос о снижении расхода свежей воды на технологические нужды и сокращении сброса сточных вод.

Ульяновский сахарный завод был принят в эксплуатацию в декабре 1967 г. С целью увеличения мощности были проведены работы по его реконструкции, которые позволили довести переработку сахарной свёклы до 4 200 т в сутки (на сегодняшний день).

Водное хозяйство Ульяновского сахарного завода включает в себя промышленное, хозяйственно-питьевое и противопожарное водоснабжение, т. е. совокупность мероприятий по снабжению водой необходимого качества всех групп потребителей (завода и населения рабочего посёлка), отведению использованной воды и эффективной её очистке, включая канализацию (промышленную и хозяйственно-бытовую). Для этого предназначен комплекс сооружений, устройств и оборудования, который обеспечивает забор воды из реки, подачу её потребителям, а также приём отработавших вод и их подготовку (охлаждение, аэрацию, дезинфекцию вод I категории; очистку вод II и III категорий для повторного и оборотного использования). В задачу системы водоснабжения завода входит также контроль за рациональным использованием воды потребителями.

Сотрудники Ульяновского сахарного завода совместно с представителями ИК «Вектор» и специалистами Воронежского государственного университета инженерных технологий (ВГУИТ) провели анализ существующей на заводе схемы водообеспечения. Были вы-

полнены необходимые расчёты по потреблению воды, оснащению оборудованием, поверочные расчёты диаметров трубопроводов по подаче воды в аппараты.

По результатам выполненной работы представителями фирмы «Вектор» и ВГУИТ разработаны мероприятия, которые призваны понизить расход воды на технологические нужды завода. Сложность задачи состояла в том, что предстояло решить целый комплекс задач по оптимизации не только схемы водообеспечения, но и технологической и тепловой схем, так как только при полном согласовании этих трёх составляющих можно получить хорошие результаты работы сахарного завода в целом.

Основные параметры работы схемы водопользования

АО «Ульяновский сахарный завод»

В таблице представлено количество свежей речной воды, потребляемое и расходуемое Ульяновским сахарным заводом в 2017 г.

Хотя барометрическая вода I категории может считаться условно чистой, сброс всё же не следует осуществлять в водоёмы, поскольку при проходе этой воды через систему охлаждения не исключе-

*Забор воды из реки Свияга в 2017 г.
(м³/час, в % к массе перерабатываемой свёклы)*

Назначение	Количество воды
Конденсатор I продукта (охладитель)	130
Вакуумвоздушные насосы (ВВН)	40
Газовые компрессоры (ВК)	50
Охлаждение балки известковой печи	20
Котельная	15
Охлаждение вертикальной мешалки	15
Конденсатор вакуум-аппаратов II и III	13
Прочие	72
Итого: 355 м³/час, или 8 520 м³/сут.	

на возможность появления в ней сахара, самые малые количества которого губительно действуют на состояние воды в водоёме, в частности заражения её микроорганизмами. Таким образом, полностью исключить потребление заводом свежей воды нереально.

Однако сократить расход воды можно и необходимо. В связи со сложившейся на заводе в 2017 г. ситуации, когда образовался существенный избыток барометрической воды, было принято решение направить на мойку свёклы только оборотную воду и барометрическую воду — на ополаскивание. Это мероприятие можно признать вынужденным и временным на сезон 2017 г.

Пары из вакуум-аппаратов II и III продукта поступали на отдельный конденсатор, куда подавалась речная и оборотная вода. На конденсатор в качестве охлаждающей и конденсирующей воды направляли оборотную воду, циркулирующую в системе сбросных вод I категории. Конденсатор функционировал по прямоточному принципу работы.

Расход оборотной воды на заводе был достаточно большой. Это связано как с количеством потребителей, так и с температурой воды. Чем выше температура воды, тем больше её требуется для охлаждения в тех же температурных пределах. Температура оборотной воды в тёплый период года должна составлять от 24 до 26 °С. Барометрическую воду, выходящую из завода при температуре 55 °С, охлаждать до более низкой температуры не представлялось возможным.

На Ульяновском сахарном заводе, по данным сотрудников, температура барометрической воды составляла около 55 °С, что на 10 °С превышает нормативное значение. Количество пара, поступающего на конденсатор (пар с 5-го корпуса выпарной станции и вакуум-аппаратов I кристаллизации), составляет около 18,57 % и около

4,6 % (это пар с вакуум-аппаратов II и III кристаллизации).

На заводе установлен прямоточный основной конденсатор, рассчитанный для предприятия производственной мощностью 3 тыс. т свёклы в сутки. В настоящее время завод вышел на переработку 4 200 т свёклы в сутки. Разумеется, мощности вакуум-конденсационной установки (ВКУ) недостаточно для нормального функционирования завода примерно на 29 %. Это негативно влияет на работу продуктового отделения завода и приводит к снижению величины разрежения на вакуум-аппаратах. Вместо нормативного разрежения в 0,8 ати в вакуум-аппаратах разрежение составляло 0,65–0,7 ати, что, естественно, не является нормой. Температура уваривания utfелей при таких условиях увеличивается, что влечёт за собой ухудшение качественных характеристик готовой продукции.

Необходимо отметить, что ВКУ — неотъемлемая часть тепловой схемы сахарного завода. Эффективность её работы во многом определяет нормальную работу теплообменной аппаратуры завода и особенно выпарной станции и вакуум-аппаратов. На Ульяновском сахарном заводе установлена пятикорпусная выпарная станция.

Существующая выпарная станция не позволяет получать сироп с СВ = 65 %. Среднее значение СВ сиропа за сезон 2017 г. не превышало 60 %. А это значит, что при такой работе выпарной станции на заводе будет повышенный расход условного топлива за сезон. Кроме того, если по прошлому году расход условного топлива составил 4,57 % за сезон, то при доведении СВ сиропа до 65 % расход топлива можно дополнительно снизить как минимум на 0,25 % к массе свёклы.

На Ульяновском сахарном заводе воду охлаждают на градирне. Следовательно, ремонт и модер-

низация существующей на заводе градирни были крайне актуальны, что успешно выполнено летом 2018 г.

Стандартная схема использования технологических вод предусматривает обеспечение водой основных процессов и аппаратов за счёт оборотного использования аммиачных конденсатов и воды из свёклы при соблюдении соответствующего технологического режима: плотность сиропа после выпарной установки — 65 % СВ, степень отжатия жома — в среднем до 16 % СВ, потери и безвозвратный расход аммиачного конденсата — в пределах нормативов. При прессовании жома до 10–16 % СВ или отборе сиропа с выпарной установки с содержанием сухих веществ менее 60 %, наличии других отклонений от расчётного режима потребуются дополнительная подпитка оборотной системы свежей водой из природных источников, что, соответственно, увеличивает объём сточных вод III категории. Это заключение существенно совпадает с условиями работы завода в 2017 г.

Расчёты показали, что водопотребление воды заводом составляло 1 865,67 %, в том числе свежей речной — 212,87 %. Это превышало нормативные данные. На передовых отечественных сахарных заводах общий расход составляет не более 1 500 %, а свежей — чуть более 100 %. Поэтому перед сотрудниками предприятия стояла актуальная задача по снижению расхода воды на технологические нужды.

Необходимо отметить, что многие недостатки функционирования системы водного хозяйства являлись следствием нерациональной схемы работы и устаревшего технологического оборудования основного производства, проектирования производства без учёта особенностей климатических условий, качества свёклы и условий её хранения и переработки, что в той или иной мере влияет

на работу сооружений водного хозяйства [4].

В ходе большой аналитической работы были определены основные направления по совершенствованию водного хозяйства Ульяновского сахарного завода. Предложенная система мероприятий позволила существенно улучшить работу схемы водообеспечения. Большая часть мероприятий успешно реализована в ремонтный период 2018 г. и показала свою эффективность.

Хорошо зарекомендовал себя уфельный подогреватель, разработанный фирмой «Вектор» и установленный в указанный ремонтный период. По результатам работы в сентябре 2018 г. уфельный подогреватель позволил значительно снизить количество и потенциал уфельного пара, что способствовало уменьшению нагрузки на барометрический конденсатор (см. рис.).

Выводы

По итогам работы Ульяновского сахарного завода в сентябре 2018 г. были получены результаты, которые полностью подтвердили рас-

чёты специалистов фирмы «Вектор» и ВГУИТ.

Суммарный забор воды из реки Свияга в 2017 г. составил 331 м³/час; в сентябре 2018 г. — 50 м³/час.

Сброс условно чистой воды в реку Свияга в 2017 г. — 150 м³/час; в сентябре 2018 г. — 0 м³/час.

Концентрация СВ сиропа после выпарной станции составила 63–65 %, разрежение на вакуум-аппаратах вошло в нормативные показатели и составляет около 0,8 ати.

Водное хозяйство является важной составной частью в производственной сфере каждого сахарного завода. Основная задача этого участка — обеспечивать предприятия отрасли водой в необходимом количестве и соответствующего качества, экономно используя водные ресурсы, не допуская загрязнения поверхностных и подземных вод производственными сточными водами.

Внедрение водооборотных систем на промышленных предприятиях — один из наиболее важных методов решения экологических проблем в условиях постоянно развивающейся промышленности. В настоящее время в сахарном

секторе удельный вес оборотных вод составляет только 80–85 % от общего количества потребляемой воды. Развитие оборотного водоснабжения будет способствовать защите водных ресурсов от загрязнения и истощения, так как совершенствование схем данного процесса является одним из этапов создания бессточного свекло-сахарного производства.

Заключение

Приступая к созданию или совершенствованию оборотных систем, необходимо соблюдать определённые требования, а именно:

- отдельные системы и оборотные циклы должны объединять водопотребителей в зависимости от качества потребляемой ими воды и характеристики отработанных вод. При этом по возможности следует сгруппировать потребителей со сходными показателями в одной системе. К числу учитываемых показателей относятся как физико-химические, биохимические (температура, содержание взвешенных веществ, жёсткость, БПК, ХПК и др.), так и технологические (напор, периодичность потребления, надёжность подачи воды и т. д.);

- максимально возможное использование оборотной воды взамен свежей;

- чёткое разделение отработанных вод по отдельным системам в зависимости от метода их очистки и последующего использования очищенных вод. Необходимо учитывать, что оборотные воды в основном подвергаются очистке только по тем показателям, которые лимитируют многократное использование воды для конкретных производственных операций и аппаратов;

- при организации оборотного водоснабжения следует стремиться к созданию полностью автономных, замкнутых систем, т. е. оборотных систем без сброса воды за пределы системы (например, в виде продувок и избыточных



Подогреватель уфельным паром

вод) и с минимальными подпитками свежей водой;

— схема водного хозяйства должна быть экономичной независимо от мощности источника воды (по расходу основных материалов, электроэнергии, рабочей силы, капитальных вложений и др.) и обеспечивать технологические процессы основного производства при оптимальных условиях (температура, влажность, трудоёмкость, санитарное состояние, износ оборудования и т. д.) без снижения технико-экономических показателей предприятия;

— учитывая территориальное расположение потребителей воды, стремиться к максимально возможному сокращению количества насосных станций и протяжённости водопроводных и канализационных сетей.

Список литературы

1. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ (ред. от 11.10.2018) (с изм. и доп., вступ. в силу с 29.10.2018)

2. Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 № 63-ФЗ (ред. от 03.10.2018) (с изм. и доп., вступ. в силу с 21.10.2018)

3. Водное хозяйство сахарных заводов: учеб. пособие / В.А. Го-

лыбин [и др.]. — Воронежск. гос. технол. акад. — 2-е изд., испр. и доп. — Воронеж, 2009. — 124 с.

4. Указания к водному хозяйству сахарных заводов. — Киев : ВНИИСП, 1978. — 125 с.

Аннотация. В ходе анализа схемы водообеспечения на АО «Ульяновский сахарный завод» сотрудниками ООО «Вектор» совместно с учёными ВГУИТ были разработаны мероприятия, реализация которых позволила заводу не только оптимизировать схему водообеспечения, но и рационально согласовать её с тепловой и технологической. По итогам работы сахарного завода в сентябре 2018 г. были получены результаты, которые полностью подтвердили расчёты сотрудников фирмы «Вектор» и ВГУИТ. Суммарный расход речной воды в 2017 г. из реки Сви́яга составил 331 м³/час, в сентябре 2018 г. — 50 м³/час. Сброс условно чистой воды в реку Сви́яга в 2017 г. — 150 м³/час; в сентябре 2018 г. — 0 м³/час.

Концентрация сухих веществ сиропа после выпарной станции составила 63–65 %, разрежение на вакуум-аппаратах вошло в нормативные показатели и составляет около 0,8 ати.

Водное хозяйство является важной составной частью в производственной сфере каждого сахарного завода. Основная задача этого участка — обеспечивать предприятия отрасли водой в необходимом количестве и соответствующего качества, экономно используя водные ресурсы, не допуская загрязнения поверхностных и подземных вод производственными сточными водами.

Ключевые слова: водное хозяйство, снижение потребления свежей воды, уменьшение сброса вод.

Summary. During the analysis of the water supply scheme at Ulyanovsk Sugar Refinery JSC Employees of Vektor LLC, together with scientists of VSUIT, developed measures, the implementation of which allowed the plant to optimize not only the water supply scheme, but also rationally coordinate it with the heat and technology.

According to the results of the sugar factory in September 2018 results were obtained that fully confirmed the calculations of the staff of the firm «Vektor» and VSUIT.

The total consumption of river water in 2017 from the river Sviyaga is 331 m³/hour, and in September 2018 it was 50 m³/hour.

Reset conventionally clean water in the river Sviyaga in 2017 — 150 m³/hour. Reset conventionally clean water in the river Sviyaga in September 2018 — 0 m³/hour.

The concentration of dry substances of the syrup after the evaporation station was 63–65 %, the vacuum on the vacuum apparatus was included in the standard indicators and was about 0,8 MPa.

Water management is an important component in the production of each sugar factory. The main objective of this site is to provide enterprises of the industry with water in the required quantity and of appropriate quality, economically using water resources, not to allow pollution of surface and ground waters with industrial wastewater.

Keywords: water management, reduction of fresh water consumption, reduction of water discharge.



ТЕХНОЭКСПОРТ

АО «Техноэкспорт» — чешская проектно-инжиниринговая компания, действующая на мировом рынке промышленности с 1953 года



- Комплексное технологическое решение для сахарных заводов, перерабатывающих сахарные свёклу и тростник
- Анализ осуществимости проекта, базовый и детальный дизайн, дизайн-проект
- Управление проектами, реализация, пуско-наладочные работы
- Реконструкция и модернизация сахарных заводов компании «ТЕХНОЭКСПОРТ» и др.
- Изготовление и поставка машин, оборудования и запчастей
- Постпродажный сервис оборудования
- Содействие в получении экспортного финансирования



АО «Техноэкспорт» в настоящее время входит в состав многопрофильной группы компаний SAFICHEM GROUP

TECHNOEXPORT, a.s. Třebohostická 3069/14, 10031, Praha, Česká republika
Tel.: +420 261-305-111, e-mail: info@technoexport.cz, www.technoexport.cz

АО «Техноэкспорт», 4-я Тверская-Ямская, 33/39, офис 172, 125047, Москва, Российская Федерация
Тел.: +7 (499) 978-21-38, моб.: +7 (910) 019-01-02