

Выбор рациональной схемы водообеспечения сахарного завода

Ю.И. ЗЕЛЕПУКИН, канд. техн. наук, доцент кафедры технологии бродильных и сахаристых производств
(e-mail: yura.zelepukin.57@mail.ru)

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

С.Ю. ЗЕЛЕПУКИН, инженер-технолог
ООО «Вестерос»

Введение

Сахар занимает важнейшее место в питании человека, будучи незаменимым источником энергии его жизнедеятельности. Кроме потребления в чистом виде сахар используют как один из основных компонентов для производства многих пищевых изделий. Он служит сырьём для биофармацевтической отрасли. Таким образом, сахар является сырьевым стратегическим стабильно потребляемым продуктом.

На протяжении последних десяти лет мировое потребление сахара устойчиво росло в среднем на 2 % в год. Ожидается, что в будущем оно будет возрастать пропорционально увеличению численности 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 на сахарных заводах. Оно зависит от схемы водного хозяйства предприятия, совершенства водооборота и производительности основ-

ного технологического оборудования.

В последние годы на многих сахарных заводах проводятся работы по реконструкции технологических схем для повышения производительности и увеличения выхода готовой продукции высокого качества. Наряду с технологической схемой предприятия уделяют внимание совершенствованию схемы теплоснабжения. Работа в этом направлении особенно активизировалась после значительного роста цен на теплоносители. В настоящее время в стране особое внимание уделяется экологическим вопросам, а поскольку сахарные заводы являются потребителями большого количества воды, назрел вопрос рационализации схемы водоснабжения свеклосахарных предприятий.

Ответственность за нарушение водопользования в России

Сегодня экологическая служба России обращает пристальное внимание на работу сахарных заводов, и особенно — на количество и качество сбросов использованной воды в окружающую среду. За несоблюдение правил охраны водных объектов статей 8.13 Кодекса Российской Федерации об административных правонару-

шениях предусмотрено наложение штрафа на должностных лиц, а нарушение правил водопользования при заборе воды и сбросе сточных вод в водные объекты на основании статьи 8.14 влечёт наложение административного штрафа на должностных лиц или административное приостановление деятельности на срок до 90 суток [1, 2]. Наказание за неумелое или недобросовестное пользование водными ресурсами в Российской Федерации довольно строгое. В том числе по этой причине следует уделять особое внимание совершенствованию схемы водообеспечения сахарного завода.

Требования к рациональной схеме водоподготовки сахарного завода

Для строящихся и реконструируемых свеклосахарных заводов в качестве рациональной следует принимать схему водоснабжения, канализации и водоиспользования, предусматривающую использование повторно условно чистых вод 1-й категории, жомопрессовой, аммиачной.

Состав сточных вод сахарных заводов определяется местными климатическими и почвенными условиями, наличием систем локальной очистки для отдельных

технологических потоков. Загрязнённость использованной воды обусловлена высокой концентрацией в её составе взвешенных веществ органического и минерального происхождения и растворённых органических загрязнений, дефицитом биогенных веществ, возможным наличием сапони-на, отрицательно влияющего на биологическую очистку стоков, а также сезонностью их образования. Попав в открытые водоёмы, сточные воды создают обширные зоны устойчивого загрязнения, нарушающие нормальное использование воды для промышленного водоснабжения и других народно-хозяйственных целей.

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

Потребление воды сахарным заводом

По данным статистики, на 1 т перерабатываемой свёклы расходуется в среднем около 17 т воды различного качества. При наличии повторного и оборотного водопользования расход воды снижается в 10 и более раз. Виды воды, её 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, 4]. Общий расход воды на современном сахарном заводе составляет 1400–1600 % 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.

Расход свежей воды для новых предприятий в соответствии с нормами проектирования не должен превышать 60 % к массе свёклы, а величина отвода производственных сточных вод III категории — составлять не более 50 % к массе свёклы. Организация работы водного хозяйства при комплексной реконструкции действующего предприятия должна обеспечивать объём сточных вод не более 170 %.

Основные положения государственной политики по охране окружающей среды, изложенные в приложениях к Указу Президента РФ от 19 апреля 2017 г. № 176 «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года», предусматривают комплексное решение проблемы улучшения состояния окружающей среды. Обеспечение экологически безопасного устойчивого развития экономики в условиях рыночных отношений должно осуществляться путём государственного регулирования природопользования и стимулирования природоохранной деятельности, при этом хозяйственная деятельность должна ориентироваться на использование наилучших доступных технологий, повышение экономической эффективности предприятия в сочетании с экологической безопасностью России. Разработка новых малоотходных и бессточных технологических процессов, снижение уровня их отрицательных воздействий на окружающую среду — это ступени экологизации всех производств, в том числе свеклосахарного.

Основная цель производственного экологического контроля — выявление и предотвращение негативного влияния производственной и хозяйственной деятельности предприятия на состояние окружающей природной среды, обеспечение экологической безопасности населения. Контроль природоохранной деятель-

ности производится как в сезон работы, так и в период подготовки к нему. Контролю подлежат производственные и хозяйственные объекты, расположенные на территории предприятия и вне её по принадлежности, оказывающие влияние на окружающую природную среду, а также санитарно-защитная зона.

К объектам контроля относятся:

- источники технического и хозяйственно-бытового назначения;
- оборотные системы водоснабжения;
- насосные станции, канализационные и водопроводные сети, гравитационные отстойники и поля фильтрации;
- гидротехнические сооружения, водохранилища и их водоохранная зона;
- организованные источники загрязнения атмосферы;
- неорганизованные источники загрязнения атмосферы;
- кагатные поля для свёклы с комплексом технических сооружений;
- зелёная зона территории сахарного завода и жилого посёлка.

Основными потребителями воды на сахарном заводе являются: гидравлическая транспортировка свёклы, её мойка и ополаскивание; экстрагирование сахарозы из свёклы, промывка осадков; работа вакуум-конденсационной установки; охлаждение и раскочка утфелей; подогрев сока перед выпариванием; обеспечение работоспособности вакуум-насосов, подшипников и т. п.; гашение извести; питание паровых котлов в ТЭЦ; химводоочистка; лаборатория завода и пр.

Требования к выбору схемы водообеспечения завода

Схема водного хозяйства должна полностью отвечать нормативным требованиям проведения технологических процессов, современному уровню развития техниче-

ского оснащения и аппаратурного оформления сахарных заводов.

Основной для новых и комплексно реконструируемых сахарных заводов является схема водного хозяйства с водоотведением промышленных сточных вод III категории в количестве 85 % к массе перерабатываемой свёклы в сутки. Эта схема является определяющей для всех других производственных схем сахарного завода и соответствует требованиям как научно-технического прогресса, так и санитарного и водного надзоров.

Реализация всего комплекса мероприятий позволит значительно снизить объёмы отводимых на очистку загрязнённых производственных сточных вод и снизить до минимума риск неблагоприятного воздействия на качество и состояние экологии водного бассейна в районе расположения сахарного завода.

Основным принципом, на основе которого разработана типовая в отрасли схема, было развитие оборотных систем с максимальной повторной эффективностью использования очищенных производственных вод. Для современного сахарного завода мощностью переработки 6 тыс. т свёклы в сутки в схеме водного хозяйства предусматриваются восемь внешних оборотных систем и две внутритехнологические системы.

К внешним относятся следующие оборотные системы: незагрязнённых вод главного корпуса, теплоэнергетического центра (ТЭЦ), компрессорной станции завода, склада неупакованного сахара (силосы), транспортёрно-мочных вод с двухступенчатой механической очисткой, лаверных вод, гидравлического удаления осадка транспортёрно-мочных вод, гидравлического удаления обессахаренного фильтрационного осадка.

К внутритехнологическим системам относятся: оборотная си-

стема жомопрессовой воды, оборотная система аммиачных вод (конденсаты).

Для сахарных заводов, где проводится реконструкция за счёт организационно-технических мероприятий, предусмотрена схема водного хозяйства с водоотведением производственных сточных вод III категории до 170 % к массе перерабатываемой свёклы. В этом случае принципы формирования схемы водного хозяйства остаются такими же, только развитие оборотных систем происходит не в полном объёме [5].

Для каждого конкретного случая необходимо разрабатывать режимные схемы, где показываются водопотребление и водоотведение для каждого аппарата и потока во времени, включая период не только производственный, но и непроизводственный. Это позволяет определить водопотребление и водоотведение в данный момент времени, а также общий объём во-

допотребления и водоотведения за календарный год. В такой схеме определяются и качественные показатели промышленных вод по основным параметрам, необходимым для расчёта очистных сооружений.

Артезианская вода является источником питьевого водоснабжения всех сахарных заводов (см. табл.). Её качество должно соответствовать требованиям ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая» и СанПиН 2.1.4.1074-01. Если вода не отвечает гигиеническим требованиям, для обеззараживания применяют хлораторные станции или установки бактерицидных ламп [6].

Необходимо предусмотреть использование воды для противопожарных мероприятий. Наружное пожаротушение осуществляется от хозяйственно-противопожарной сети низкого давления через пожарные гидранты с подключением к ним пожарных машин.

Рекомендуемое потребление артезианской воды

Потребители	Расход воды, % к массе свёклы	Куда направляется использованная вода
Сырьевая лаборатория	0,2	В хозяйственно-бытовые сточные воды
Лаборатория завода	0,5	- // -
Разные мелкие потребители	1,0	В производственные сточные воды III категории
Поливка территории и пополнение пожарного запаса	3,0	Испарение в атмосферу; в хозяйственно-бытовые сточные воды
Цех механизации	0,2	- // -
Склад химреактивов	0,2	- // -
Бытовые помещения	2,2	Испарение в атмосферу; частично — в хозяйственно-бытовые сточные воды
Кондиционеры при бестарном хранении сахара-песка	1,0	В хозяйственно-бытовые сточные воды
Пробеливание сахара	2,0	В продукты
Итого	10,3	

Пенное пожаротушение предусматривается для кабельных каналов и шахт ТЭЦ. Пожаротушение хвостовых поверхностей паровых котлов ТЭЦ производится водой от внутренней сети.

Промышленная вода, используемая для свекломоек, мойки механического боя свёклы и хвостиков, свекловичных элеваторов должна соответствовать требованиям к воде, предназначенной для транспортировки и мойки свёклы. Промышленная вода, подаваемая на предконденсаторы и конденсаторы, свекломойку, мойку свеклорезных ножей, подпитку оборотных систем вод I категории главного корпуса, ТЭЦ, компрессорной, хлораторной, лаверных вод, химводоочистки, приготовление известкового молока, должна удовлетворять требования к воде, применяемой в технологических целях. Промышленная вода, направляемая на подпитку систем оборотного водоснабжения вод I категории, охлаждение подшипников вспомогательного оборудования ТЭЦ, должна отвечать требованиям к воде, используемой для охлаждения теплообменного и механического оборудования [7].

На сахарных заводах применяются в основном три схемы промышленного водоснабжения в зависимости от мощности источника водоснабжения, его обеспеченности и удалённости от промышленной площадки. Выбор схемы осуществляется исходя из анализа работы конкретного завода.

Если водные запасы реки имеют достаточную мощность, минимальный проходной расход 95 % обеспеченности удовлетворяет максимальное водопотребление или на реке возможно создание водохранилища вместимостью, достаточной для того, чтобы обеспечить водопотребление сахарного завода на один год. При недостаточной мощности реки и невозможности создания водохрани-

лища необходимой вместимости на ней изыскиваются балки, суходолы или небольшие речки и ручьи, на которых создают технический пруд или каскад технических прудов, где аккумулируется весенний сток. Вместимость прудов определяется водохозяйственным расчётом, чтобы было обеспечено потребление промышленной воды за расчётный год. На нижнем из технических прудов сооружается комплекс водозаборных сооружений.

Если река и водохранилище не обеспечивают расчётное водопотребление, устраивают технические пруды на другой водосборной площади с подпиткой основного водозабора, обеспечивающие дополнительное покрытие дефицита воды в основном источнике промышленного водоснабжения. В этом случае необходимо предусматривать два комплекса водозаборных сооружений со своими напорными водоводами.

Сокращение водопотребления на сахарном заводе

Сокращение водопотребления и водоотведения на сахарных заводах осуществляется за счёт внедрения систем оборотного и повторного использования отработанных производственных вод. Сточные воды I категории по химическому составу и санитарным условиям требуют охлаждения, аэрации и дезинфекции.

Для снижения степени инфицированности, а также предотвращения в очистных сооружениях процессов брожения и разложения органических веществ сточная вода I категории дезинфицируется. Обязательным элементом схемы водного хозяйства является хлораторная установка.

Оборотная система незагрязнённых сточных вод I категории главного корпуса включает в себя воды, получаемые при конденсации паров из выпарных установок, после вакуум-аппаратов, ва-

куум-фильтров и теплообменной аппаратуры (без прямого контакта с охлаждаемыми продуктами).

Оборотная система незагрязнённых сточных вод I категории ТЭЦ, имеющая закрытую трубчатую систему охлаждения, вследствие постоянства состава вод является наиболее устойчивой в эксплуатации.

Оборотная система незагрязнённых сточных вод I категории компрессорной станции завода наиболее проста в эксплуатации. Нагретая вода после охлаждения компрессоров под остаточным напором подаётся на градирню без разделения струи, охлаждается, аэрируется, поступает в сборник, откуда насосами вновь направляется на охлаждение компрессоров.

Оборотная система незагрязнённых сточных вод I категории силоса (склада неупакованного белого сахара) аналогична оборотной системе компрессорной станции.

Оборотная система лаверной воды — одна из существенных оборотных систем завода, она предназначена для уменьшения потребления из водоёма свежей воды и снижения объёмов водоотведения загрязнённых производственных вод. Такой контур обычно применяется (или проектируется) для новых и комплексно реконструируемых заводов.

Очистку вод II категории ведут в оборотной системе, которая является наиболее сложной и водоёмкой из всех оборотных систем. Сложность её определяется высоким содержанием в транспортёрно-моечной воде механических примесей, органических веществ и взвешенных частиц, которые требуют механической и химической очистки, перед тем как возвратить осветлённую воду в оборотную систему [8].

Оборотная система гидравлического удаления транспортёрно-моечного осадка в техническом оформлении не является слож-

ной, однако она достаточно материалоёмкая. В то же время она крайне важна в современном водном хозяйстве сахарного завода. Именно поэтому представляется актуальным вопрос об уменьшении объёма сточных вод с целью сокращения и водопотребления, и водоотведения на общие очистные сооружения.

Оборотная система гидравлического удаления обессахаренного фильтрационного осадка принципиально не отличается от оборотной системы гидравлического удаления осадка транспортёрно-моечных вод как по конструктивному исполнению, так и по методике расчёта.

Сточные воды III категории — это механически, химически и биологически сильно загрязнённые воды. Они требуют механической и биологической очистки в естественных или искусственно созданных условиях. По санитарно-эпидемиологическим соображениям система канализации и механической очистки хозяйственно-бытовых стоков должна быть, как правило, отдельной от очистки промышленных сточных вод. Сточные воды III категории, как промышленные, так и хозяйственно-бытовые, вначале направляются на механическую очистку. Основным методом очистки сточных вод III категории на сахарных заводах является естественная биологическая очистка, осуществляемая на полях фильтрации и в биологических прудах, реже в искусственно созданных условиях. Поля фильтрации работают эффективно, если они расположены на территории, где имеются благоприятные гидрогеологические условия, а грунты имеют высокую фильтрационную и окислительную способность. Если же условия неблагоприятные, то вместо полей фильтрации применяют непроточные биологические пруды.

Выводы по рациональной организации схемы водообеспечения на сахарном заводе

Приступая к рациональной организации схемы водообеспечения на сахарном заводе, необходимо предварительно провести оценку существующей схемы с участием специалистов, имеющих опыт аналогичной работы. Это позволит существенно снизить финансовые и материальные затраты и исключить проведение работ, которые не окажут значительного влияния на повышение эффективности водообеспечения завода.

Создание оборотных систем на промышленных предприятиях — один из наиболее важных способов решения экологических проблем в условиях постоянно развивающейся промышленности. В настоящее время в сахарной отрасли удельный вес оборотных вод составляет только 80–85 % общего количества потребляемой воды. Развитие оборотного водоснабжения представляется значимым вкладом в программу защиты водных ресурсов от загрязнения и истощения, так как совершенствование схем данного процесса является одним из этапов создания бессточного свеклосахарного производства.

При организации или совершенствовании водооборотных систем следует учитывать следующие требования:

- необходимо объединять водопотребителей в зависимости от качества расходуемой ими воды и характеристики отработанных вод. Желательно сгруппировать потребителей со сходными показателями (физико-химическими, биохимическими, технологическими) в одной системе;
- по максимуму использовать оборотную воду вместо свежей;
- разделять отработанные воды по отдельным системам в зависимости от метода их очистки и последующего использования.

Оборотные воды в основном подвергают очистке только по тем показателям, которые лимитируют многократное использование воды для конкретных производственных операций и аппаратов;

— стремиться к созданию полностью автономных, замкнутых систем, т. е. оборотных систем без сброса воды за их пределы и с минимальными подпитками свежей водой;

— схема водообеспечения должна быть экономичной независимо от мощности источника воды и обеспечивать технологические процессы основного производства при оптимальных условиях без снижения технико-экономических показателей предприятия;

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

Список литературы

1. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30 декабря 2001 г. № 195-ФЗ : ред. от 1 июля 2021, с изм. и доп., вступ. в силу с 1 октября 2021 г. : [принят Государственной Думой 20 декабря 2001 г., одобрен Советом Федерации 26 декабря 2001 г.]. — URL : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389325/ (дата обращения: 10.10.2021)
2. Уголовный кодекс Российской Федерации от 13 июня 1996 г. № 63-ФЗ : ред. от 1 июля 2021 г., с изм. и доп., вступ. в силу с 22 августа 2021 г. [принят Государственной Думой 24 мая 1996 г. : одобрен Советом Федерации 5 июня 1996 г.]. — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389325/ (дата обращения: 02.09.2021).
3. Голыбин, В.А. Водное хозяйство сахарных заводов / В.А. Голыбин



МАКРОМЕР®
имени В.С. Лебедева



**УСТОЙЧИВОГО
РАЗВИТИЯ**

Реонол® / Макромер®

АНТИНАКИПИНЫ

- Высокое содержание активного вещества
- Обеспечивают транзит солей неорганических кислот
- Снижают образование накипи до 95 %

Фильтраза® / Декстрасепт® Дефеказа® / Бетасепт®

ФЕРМЕНТО-АНТИСЕПТИРУЮЩИЕ ПРЕПАРАТЫ

- Уничтожают весь спектр микрофлоры
- Эффективно борются со слизиобразованием
- Не накапливаются в продуктах производства — сахаре, мелассе и жоме

Лапрол®

ПЕНОГАСИТЕЛИ

- Высокая пеногасящая способность
- Отличный эффект на разных стадиях производства
- Безопасны для продукции, биоразлагаемы



+7 (4922) 32-31-06
commers@macromer.ru
www.macromer.ru

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

4. Спичак, В.В. Водное хозяйство сахарных заводов / В.В. Спичак, В.Н. Базлов, П.А. Ананьева, Т.В. Поливанова; под ред. д-ра техн. наук, проф. В.В. Спичака. — Курск : ГНУ РНИИСП Россельхозакадемии, 2005. — 167 с.

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

6. Укрупнённые нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности. — М. : Стройиздат, 1982.

7. Ведомственные нормы технологического проектирования свеклосахарных заводов. — М. : Гипросахпром, 1985. — 208 с.

8. Бугаенко, И.Ф. Анализ производственных сточных вод сахар-

ного производства / И.Ф. Бугаенко. — М., 2000. — 64 с.

Аннотация. В настоящее время в России особое внимание уделяется экологическим проблемам, а поскольку сахарные заводы являются потребителями большого количества воды, назрел вопрос о рационализации схемы водоснабжения свеклосахарных предприятий. Приступая к рациональной организации схемы водообеспечения, необходимо предварительно провести оценку существующей схемы с участием специалистов, имеющих опыт аналогичной работы. Это позволит существенно снизить финансовые, материальные и трудовые затраты, а также исключить проведение операций, которые не окажут значительного влияния на повышение эффективности водообеспечения завода. Авторы статьи приводят требования, подлежащие обязательному соблюдению при организации или совершенствовании оборотных систем сахаропроизводящих предприятий.
Ключевые слова: рационализация, водооборотные системы, сахарные заводы, схема водообеспечения.

Summary. Currently, in Russia, special attention is paid to sustainability, and since sugar factories are large water consumers, the issue of rationalizing the sugar beet factory water supply scheme has become most relevant. When starting the rational organization of the water supply scheme, it is necessary to assess the existing scheme by means of specialists well experienced in similar work. This will substantially reduce financial, material and labor costs, as well as exclude operations that will not have a significant impact on improving the efficiency of water supply at the factory. The authors of the article quote the requirements that must be observed when organizing or improving the circulating systems of sugar-producing enterprises.

Keywords: rationalization, water circulation systems, sugar factories, water supply scheme.