
УДК 664.1 : 628.171

СЕМЕНЧЕНКО Д. С. аспирант (ВГУИТ)
Научный руководитель КУЛЬНЕВА Н. Г., д.т.н., профессор (ВГУИТ),
г. Воронеж

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СВЕКЛОСАХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Свеклосахарное производство является ведущей отраслью агропромышленного комплекса РФ, обеспечивающей продовольственную безопасность страны. В настоящее время в России действует 61 сахарный завод различной производственной мощности и с разным уровнем технического оснащения, что позволяет перерабатывать ежесуточно до 350 тыс. т сладкого сырья и полностью обеспечивать сахаром население России, а также реализовывать часть продукции в странах ближнего зарубежья.

Обладая большой производственной мощностью, сахарные заводы являются активными потребителями водных ресурсов и источниками сточных вод. Среднее количество используемой воды составляет около 2300% к массе перерабатываемой свеклы. Данная вода должна забираться из прилегающих водных источников (рек, озер), что наносит огромный вред окружающей среде. Чтобы избежать этого, на сахарных заводах реализуется система оборотного водоснабжения, сокращающая расход свежей (промышленной) воды до 130-150% и минимизирующая сточные воды.

Основные объемы воды расходуются на транспортировку свеклы от места хранения (кагатного поля) непосредственно на завод, что способствует частичному отмыванию сырья и снижает степень его травмирования. Средний расход воды на транспортировку составляет 700-750% к массе перерабатываемой свеклы, но при снижении температуры окружающей среды и при высокой загрязненности сырья расход может быть увеличен до 900%.

С целью снижения загрязненности свеклы и потребления воды на транспортировку на производстве устанавливается рациональный график уборки корнеплодов, а также используют механизмы, обеспечивающие отделение примесей от свеклы в процессе ее выгрузки из транспортных средств и укладки в кагаты. Удаленная земля и растительная масса возвращаются на плантации.

Вторым направлением экономии воды является замена гидравлической подачи сырья на «сухую», в ходе которой большую часть транспортного пути от кагатного поля к заводу свеклу подают транспортером, и лишь непосредственно на заводе осуществляют гидротранспортирование для удаления примесей. Это сокращает расход воды до 150-200% вместо 750%. Применение эффективных моечных комплексов обеспечивает хорошую очистку сырья от примесей, что сводит к минимуму достоинства гидравлической подачи.

Всё суммарное количество транспортной и моечной воды проходит систему очистки от растительных примесей и боя свеклы (они возвращаются в про-

изводство или утилизируются на корм скоту) и направляется на отделение тяжелых минеральных примесей (почва, песок) путем отстаивания с добавлением химических реагентов и дезинфицирующих средств. Осветленная таким образом вода возвращается в производство в качестве транспортно-моечной, а образовавшиеся осадки направляются на очистку в составе сточных вод.

Следующим источником загрязненных вод является жомокислая вода, которая образуется в процессе хранения обессахаренной свекловичной стружки (жом). Выходящий из диффузионного аппарата после извлечения сахарозы сырой жом содержит 92-95% воды, в которой растворены 0,3-0,4% сахарозы и растворимые несахара, а также диспергированы мелкие фрагменты свекловичной ткани и различные микроорганизмы.

При утилизации жома без дополнительного отжима при его хранении в жомовых ямах отделяются жомокислые воды, которые быстро закисают, служат источником развития слизеобразующих микроорганизмов, источают неприятный запах и загрязняют окружающую среду.

Для предотвращения такого негативного влияния сырой жом подвергают глубокому отжиму на прессах до содержания сухих веществ в 25-28% [1]. При этом отделяется 55-60% жомопрессовой воды по массе переработанной свеклы, которую после механической и тепловой обработки можно использовать в качестве экстрагента для сахарозы. Однако в случае снижения качества перерабатываемого сырья жомопрессовая вода часто содержит значительное количество несахаров; как следствие, ее использование ухудшает показатели технологического процесса.

Для повышения качества жомопрессовой воды предложены различные способы ее химической обработки с использованием сернокислого глинозема, солей фосфорной кислоты, гипса, хлорной извести, электрохимической активации [2,3]. В процессе химического и электрохимического воздействия в ней происходит осаждение ряда несахаров, связывание веществ коллоидной дисперсности, стерилизация раствора. Одно из наиболее важных достижений при повторном использовании жомопрессовой воды – это снижение объема сточных вод и расхода свежей воды на производство.

Продуктом извлечения сахарозы из свеклы является диффузионный сок, в который из свекловичной ткани переходит почти вся сахароза и большая часть растворимых несахаров. Традиционными материалами для их удаления служат обожженная известь в виде известкового молока и сатурационный газ, содержащий диоксид углерода. Под действием извести образуется осадок со значительной частью несахаров, другая часть разлагается до безвредных для производства соединений. Пропускание сатурационного газа через обработанный известью сок позволяет стабилизировать осажденные несахара на поверхности свежесформированного осадка карбоната кальция и отделить их фильтрованием.

Образующиеся при фильтровании осадки содержат значительное количество сахарозы. Для ее извлечения осадки промывают горячей водой, а образующиеся промывки возвращают в основной технологический поток.

На последнем этапе промывки осадка промывки содержат незначительное количество сахарозы; их нецелесообразно возвращать в сок, но и нельзя направлять

в стоки, чтобы не спровоцировать рост микрофлоры в водоемах. По этой причине полученные промочи используют для гашения обожженной извести при получении известкового молока. Присутствие сахарозы в воде для гашения благотворно влияет на активность известкового молока.

Промытый фильтрационный осадок состоит преимущественно из карбоната кальция. Он содержит вещества органической и неорганической природы и может быть использован в составе кормов для птицы, в строительной индустрии при получении связующего материала, а также в качестве удобрения для кислых почв.

Использование современных фильтров позволяет получать осадок с влажностью не более 30%, что обеспечивает его вывоз с территории предприятия автотранспортом. Это также исключает гидравлическую выгрузку, при которой расходуется большое количество воды и образуются значительные объемы сточных вод.

Свеклосахарное производство является чрезвычайно энергоемким, так как включает процессы нагревания, выпаривания и охлаждения. Для обеспечения завода тепловой и электрической энергией на каждом предприятии имеется собственная теплоэлектроцентраль, включающая паровые котлы, электрические турбины, а также разветвленную сеть теплоиспользующего оборудования.

Для снижения расхода топлива на сахарных заводах реализуется рациональная схема использования тепловых ресурсов за счет эксплуатации многокорпусной выпарной установки, работающей в режиме понижения давления. Обеспечивается такой режим отводом пара из последнего корпуса на барометрический конденсатор, что связано с большим расходом охлаждающей воды. Воду для процесса охлаждения также используют в оборотном режиме, охлаждая в градирнях и прудах-охладителях или брызгальных бассейнах.

Потребителями чистой воды являются паровые котлы. В них основное количество воды поступает в виде конденсатов из теплоиспользующего оборудования с подпиткой химически очищенной водой из естественных водоемов.

Стоит немного сказать и о сточных водах, которые неизбежно появляются в результате сложных технологических процессов. К неиспользуемым стокам относят хозяйственно-бытовые, лаверные воды и осадки транспортерно-моечной воды, которые проходят сложную систему очистки, включая биологическую, после чего очищенные воды с заданными характеристиками утилизируются естественным путем.

Таким образом можно сделать вывод, что свеклосахарное производство, несмотря на многообразие протекающих химических, тепло- и массообменных процессов, соответствует критерию «бережливое производство» и реализует принципы рационального использования материальных и энергетических ресурсов с минимальным негативным воздействием на окружающую среду.

Список литературы:

1. Кульнева Н.Г., Беляева Л.И., Белогурова Н.А., Шевгунова Д.А. Влияние способа подготовки свекловичной стружки к экстрагированию на эффективность

прессования жома / Физическая и коллоидная химия – основа новых технологий и современных методов анализа в химической и пищевой отраслях промышленности : материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 120-летию со дня рождения С.Е.Харина / под общ. ред. проф. Т.А.Кучменко; Воронеж. гос.ун-т инж.технол. – Воронеж: ВГУИТ, 2016. – С.85-88.

2. Кульнева Н.Г. Использование солей ортофосфорной кислоты при извлечении сахарозы из свеклы / Материалы LVI отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2017 год: В 3 ч. Ч. 1. / под ред. С.Т. Антипова; Воронеж. гос. ун-т инж. технол. – Воронеж: ВГУИТ, 2018. - С.54-55.

3. Кульнева Н.Г., Казакевич С.Ю., Чернова Ю.И. Выбор эффективного способа экстрагирования сахарозы из свекловичной стружки / Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений : сборн. статей VII Междунар. науч.-техн.конф., посвященной 90-летию со дня рождения засл. деятеля науки РФ, проф. Зубченко А.В. / Воронеж. гос. ун-т инж. технол. – Воронеж : ВГУИТ, 2018. – С.50-55.