

УДК 664.1

Профессор В.А. Голыбин, доцент В.А. Федорук,
магистрант М.А. Лавренова, студент Е.А. Денисова
(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра технологии броидильных и сахаристых про-
изводств. тел. (473) 255-37-32
E-mail: yzas2006@yandex.ru

Professor V.A. Golybin, associate Professor V.A. Fedoruk,
master student M.A. Lavrenova, student E.A. Denisova
(Voronezh state university of engineering technology) Department of fermentation technology
and sugar industries. phone (473) 255-37-32
E-mail: yzas2006@yandex.ru

Пути повышения энергоэффективности сахарного производства

Ways to improve energy efficiency of sugar production

Реферат. Производство пищевой продукции требует значительного потребления энергии, получаемой за счет природных ресурсов. Основным направлением повышения конкурентоспособности производства свеклы и сахара является снижение расхода энергетических ресурсов, потерь сахарозы и соблюдение действующих требований природоохранного законодательства. Нами проводились исследования по снижению энергозатрат при получении сахара по различным направлениям. Исследована возможность сокращения расхода энергии на высушивание жома. Одним из направлений упрочнения структуры свекловичной ткани при экстрагировании является предварительное химическое воздействие на свекловичную стружку. В наших исследованиях было установлено влияния способа подготовки жомпрессовой воды на механическую прочность свекловичной стружки. Одним из направлений энергосбережения является снижение накипеобразования и связанное с этим повышение эффективности выпаривания воды из очищенного сока. С этой целью исследовались различные покрытия, нанесенные на поверхность кипяточных трубок выпарных. Лучшие результаты по снижению накипеобразования отмечены при воронении поверхности теплообмена. Положительные результаты могут быть получены при использовании такой технологической операции, как дозревание сока после II сатурации. Нами исследовалась технология с использованием магнитной обработки для снижения расхода извести на физико-химическую очистку диффузионного сока. Определено, что рациональными условиями обработки преддефекованного сока при pH 8,5 импульсным магнитным полем является продолжительность ее воздействия 8 с и с индукция 0,25 Тл. Предлагается вариант очистки жомпрессовой воды, включающий добавление суспензии сока II сатурации, фильтрование, подкисление раствором серной кислоты, обработку воды в импульсном магнитном поле, фильтрование. Расчетное снижение расхода условного топлива на высушивание жома – 7 % к массе сухого жома.

Summary. Food production requires a significant consumption of energy derived from natural resources. The main direction of increase of competitiveness of production of sugar beet and sugar is reduction the consumption of energy resources, losses of sucrose and enforcement of existing environmental regulations. We conducted research on the reduction of energy consumption in obtaining sugar in various directions. We investigate the possibility of reducing energy consumption for drying of sugar beet pulp. One of the directions of hardening of the structure of the fabric during the extraction process is the preliminary chemical impact on beet chips. In our studies, it was found the effect of the method of preparation pulp press water on mechanical strength beet chips. One of the directions of energy saving is the reduction of scale formation and the related increase in the efficiency of water evaporation from the pure juice. With this purpose, we studied the different coating applied to the surface of the boiling tubes evaporating. The best results in reduction of scale formation has been observed when blueing heat transfer surface. Positive results can be obtained from the use of such technological operations as the ripening of juice after II carbonation. We analyzed the technology with the use of magnetic treatment to reduce the consumption of lime on the physical and chemical cleaning of diffusion juice. Determined that the rational conditions of processing preliminary juice at pH 8,5 pulsed magnetic field is the duration of its impact 8 sec and with the induction of 0,25 T. A version of the cleanup pulp press water, including adding juice suspension II carbonation, filtering, acidification acid, water treatment in a pulsed magnetic field, filtering. The estimated reduction in fuel consumption for drying pulp - 7 % to the mass of dry beet pulp.

Ключевые слова: сахарная промышленность, энергосбережение

Keywords: sugar industry, energy saving

Производство пищевой продукции требует значительного потребления энергии, получаемой за счет природных ресурсов – главным образом углеводородного сырья. Статистические данные указывают на весьма ощу-

тимое энергопотребление в отраслях пищевой промышленности России.

© Голыбин В.А., Федорук В.А.,
Лавренова М.А., Денисова Е.А., 2014

Ежегодная потребность России в сахаре составляет 5,4-5,6 млн. тонн. Ресурсы этого продукта складываются на 65-75 % из собственного производства сахара из сахарной свеклы, на 25-30 % из импортного сахара-сырца и на 5 % из импорта сахара из стран Таможенного союза и дальнего зарубежья [4].

Вступление России во Всемирную торговую организацию (ВТО) привело к изменению действующей в последние годы системы господдержки агропромышленного комплекса страны, росту затрат и снижению рентабельности сахарной свеклы, которые не могут быть полностью компенсированы ростом эффективности производства сахарной свеклы и сахара в среднесрочной перспективе. Производство сахарной свеклы может стать непривлекательным для сельскохозяйственных товаропроизводителей, что приведет к снижению посевных площадей и падению производства отечественного свекловичного сахара [4].

Основным направлением повышения конкурентоспособности производства свеклы и сахара является снижение расхода энергетических ресурсов, потерь сахарозы и соблюдение действующих требований природоохранного законодательства.

За последние три года за счет модернизаций основного технологического и теплообменного оборудования расход условного топлива на переработку сахарной свеклы на российских сахарных заводах снизился с 5,09 % до 4,7 %, общие потери сахарозы в производстве с 2,74 % до 2,59 % к массе переработанной свеклы [4].

В соответствии с отраслевой программой «Развитие свеклосахарного подкомплекса России на 2013-2015 годы» [4] предусматривается к 2015 году снижение расхода условного топлива при переработке сахарной свеклы и обеспечение общего расхода условного топлива на предприятиях сахарной промышленности России до уровня 4,4 % к массе перерабатываемой свеклы.

Производство сахара из сахарной свеклы является сложным процессом, который состоит из тесно взаимосвязанных тепловых процессов, таких, как нагревание, выпаривание, уваривание, кристаллизация и сушка, а также таких процессов, как известковая обработка диффузионного сока (дефекация), сатурация, фильтрование, центрифугирование и т.д. Тепловая система сахарного завода представляет собой очень сложный комплекс, состоящий из

многокорпусной выпарной установки, а также системы теплообменников, греющим агентом в которых является вторичный пар из корпусов выпарной установки. Использование энергии отработанного пара позволяет экономить большое количество тепловой энергии для вспомогательных и общезаводских процессов.

При производстве сахара расходуется электроэнергия 25-30 кВт ч на 1 т перерабатываемой свеклы. Энергопотребление в виде условного топлива на т сахарной свеклы на зарубежных сахарных заводах в 1,5-2,0 раза ниже. Поэтому для достижения конкурентоспособности отечественной сахарной промышленности необходимы конкретные мероприятия по снижению удельного расхода энергоносителей при выработке сахара из свеклы.

Нами проводились исследования по снижению энергозатрат при получении сахара по различным направлениям.

Высокой энергетической эффективности возделывания сахарной свеклы можно добиться только при наличии комплекса современной производительной техники и оборудования. Важным резервом является повышение эффективности переработки свекловичного жома, огромное количество которого ежегодно накапливается на сахарных заводах [4].

Нами исследована возможность сокращения расхода энергии на высушивание жома. Для этого необходимо, прежде всего, повышение механической прочности структуры свекловичной растительной ткани в процессе интенсивного механического воздействия – глубокого прессования свежего жома.

Одним из направлений упрочнения структуры свекловичной ткани при экстрагировании является предварительное химическое воздействие на свекловичную стружку. В наших исследованиях было установлено влияние способа подготовки жомопрессовой воды на механическую прочность свекловичной стружки. Подготовка экстрагента (жомопрессовой воды) включала очистку химическими реагентами как в отдельности, так и в комбинации с импульсным магнитным полем. Оценка состояния растительной ткани определялась на основании микрофотографий микросрезов фрагментов свекловичной стружки в режиме светового микроскопирования.

Установлено, что оптимальным усилием при прессовании обессахаренной свекловичной стружки является максимальное давление в рабочей зоне 3,00 МПа, при котором обес-

печиваются достаточно высокие степень механического обессахаривания жома и выход жомопрессовой воды – до 57-59 % с допустимым содержанием примесей, что позволяет повторно использовать полученную производственную воду в качестве экстрагента для диффузионного процесса. При этом обеспечивается высокая массовая доля сухих веществ в прессованном жоме (29-31 %), что позволит сократить расход условного топлива на высушивание жома до 1,2-1,4 % условного топлива к массе свеклы [6].

Одним из направлений энергосбережения является снижение накипеобразования и связанное с этим повышение эффективности выпаривания воды из очищенного сока. С этой целью исследовались различные покрытия, нанесенные на поверхность кипяtilьных трубок выпарных аппаратов.

Эффективными оказались покрытия, полученные путем нанесения на теплообменную поверхность полимерных покрытий гидрофобизирующей жидкости (ГКЖ), силиконовой эмульсии (КЭП-2), полиметилсилоксановой жидкости (ПМС-200). Эти покрытия доступны, требуют невысоких материальных затрат и позволяют значительно снизить процесс накипеобразования на поверхности теплообмена. Положительные результаты по уменьшению накипеобразования получены при использовании кипяtilьных трубок, выполненных из меди, латуни и нержавеющей стали, особенно полированной. Лучшие результаты по снижению накипеобразования отмечены при воронении поверхности теплообмена [2].

Положительные результаты могут быть получены при использовании такой технологической операции, как дозревание сока после II сатурации.

Обработка сока традиционными реагентами (тринатрийфосфат, карбонат натрия) снижает содержание солей кальция и цветность очищенного сока на 10-12 %. Безреагентный метод (дозревание) улучшает показатели сока в сравнении с контролем: через 20 мин содержание кальциевых солей ниже на 21,9 %, а цветность – на 15,6 %. Таким образом, безреагентный способ обработки сока II сатурации позволяет получать соизмеримые результаты дозревания сока в сравнении с вводом карбоната натрия или тринатрийфосфата. Кроме того, при продувании сока II сатурации воздухом частично удаляется аммиак, образо-

вавшийся в результате термохимического разложения амидов. Удаление аммиака из сока снижает интенсивность образования красящих веществ при его выпаривании, повышает объективность определения величины щелочности и степени ее падения в МВУ [3].

Нами исследовалась технология с использованием магнитной обработки для снижения расхода извести на физико-химическую очистку диффузионного сока. С этой целью было изучено влияние параметров магнитной обработки на показатели соков и сиропа

Определено, что рациональными условиями обработки преддефекованного сока при pH 8,5 импульсным магнитным полем (ИМП) является продолжительность ее воздействия 8 с и индукция 0,25 Тл.

Предложенный комбинированный вариант позволяет сократить расход извести на очистку диффузионного сока и получить соки и сиропы более высокого качества, что соответственно приведет к снижению общего расхода извести на технологические операции, снижению расхода известняка и топлива [5].

Возврат подготовленной жомопрессовой воды (ЖПВ) в качестве замены части питающей воды для диффузионного процесса является методом снижения энергозатрат при получении сахара. Нами предлагается вариант очистки жомопрессовой воды, включающий добавление суспензии сока II сатурации, фильтрование, подкисление раствором серной кислоты, обработку воды в ИМП, фильтрование. По сравнению с классическим способом подготовки ЖПВ очистка с использованием комбинированного метода обеспечила:

- повышение чистоты жомопрессовой воды на 2,8-3,0 %, чистоты диффузионного сока – на 0,4 %;
- увеличение эффекта очистки при диффузионном извлечении сахарозы на 3,06 %;
- повышение содержания сухих веществ в прессованном жоме с 27 до 30,5 %;
- расчетное снижение расхода условного топлива на высушивание жома – 7 % к массе сухого жома.

Для сахарного завода производственной мощностью 6000 т свеклы в сутки ожидаемое снижение расхода энергоносителей для высушивания прессованного жома до стандартного содержания сухих веществ составит около 3 тыс. т условного топлива за производственный сезон продолжительностью 100 суток [1].

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Голыбин В.А., Федорук В.А., Горожанкина К.К. Эффективный способ подготовки жомопрессовой воды для экстрагирования сахарозы из свеклы: монография. М.: Palmarium Academic Publishing, 2014. 176 с.
- 2 Зелепукин Ю.И., Голыбин В.А., Федорук В.А. Способы уменьшения образования накипи при производстве сахара из свеклы // Вестник ВГУИТ. 2012. № 1. С. 144-147.
- 3 Голыбин В.А., Зелепукин Ю.И., Федорук В.А., Ткачев А.А. Накипеобразование в сахарном производстве: монография. Воронеж: ЦНТИ, 2013. 168 с.
- 4 Отраслевая целевая программа «Развитие свеклосахарного подкомплекса России на 2013-2015 годы». Москва, 2013. 40 с.
- 5 Голыбин В.А., Кульнева Н.Г., Федорук В.А., Баранова Н.Н. Ресурсосберегающая технология очистки диффузионного сока // Материалы международной научно-технической конференции «Адаптация технологических процессов к пищевым машинным технологиям»: в 3 ч. Ч. 2. Воронеж: ВГУИТ, 2012. С. 133-138.
- 6 Голыбин В.А., Федорук В.А., Кульнева Н.Г., Зелепукин Ю.И. Энергосбережение при выработке сушеного жома // Материалы международной научно-технической конференции «Адаптация технологических процессов к пищевым машинным технологиям»: в 3 ч. Ч. 2. Воронеж: ВГУИТ, 2012. С. 126-129.

REFERENCES

- 1 Golybin V.A., Fedoruk V.A., Gorozhankina K.K.. Effektivnyi sposob podgotovki zhomo-pressovoi vody dlia ekstrigirovaniia sakharozy iz svekly [Effective way to prepare for the press water extraction of sucrose from beet]. Moscow, Palmarium Academic Publishing, 2014. 176 p. (In Russ.).
- 2 Zelepukin Iu.I. Golybin V.A., Fedoruk V.A. Ways to reduce the formation of scale in the production of sugar from beets. *Vestnik VGUIT*. [Bulletin of VSUET], 2012, no. 1, pp. 144-147. (In Russ.).
- 3 Golybin V.A., Zelepukin Iu.I., Fedoruk V.A., Tkachev A.A. Nakipeobrazovanie v sakharnom proizvodstve [Scale formation in sugar production]. Voronezh, TsNTI, 2013. 168 p. (In Russ.).
- 4 Otrasleyaia tselevaia programma «Razvitiie sveklosakharnogo podkompleksa Rossii na 2013-2015 gody» [Sectoral program «Development of sugar beet subcomplex Russia for 2013-2015»]. Moscow, 2013. 40 p. (In Russ.).
- 5 Golybin V.A., Kulneva N.G., Fedoruk V.A., Baranova N.N. Alternative technology juice purification. Materialy mezhdunarodnoi nauchno-tekhnikeskoi konferentsii «Adaptatsiia tekhnologicheskikh protsessov k pishchevym mashinnym tekhnologiiam» [Proceedings of the International Scientific and Technical Conference «Adaptation processes in food machine technology»]. Voronezh, VGUIT, 2012. pp. 133-138. (In Russ.).
- 6 Golybin V.A., Fedoruk V.A., Kulneva N.G., Zelepukin Iu.I. Energy conservation in the development of the dried pulp Materialy mezhdunarodnoi nauchno-tekhnikeskoi konferentsii «Adaptatsiia tekhnologicheskikh protsessov k pishchevym mashinnym tekhnologiiam» [Proceedings of the International Scientific and Technical Conference «Adaptation processes in food machine technology»]. Voronezh, VGUIT, 2012. pp. 126-129. (In Russ.).