

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И УЛУЧШЕНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА В ДИФфуЗИОННОМ ОТДЕЛЕНИИ САХАРНОГО ЗАВОДА

Ляшенко С.А., канд. техн. наук.

(Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко)

В работе сделан технический и технологический анализ процесса получения диффузионного сока в диффузионном отделении сахарного завода. Рассмотрены недостатки в системе автоматизации отделения и сделаны предложения по улучшению АСУТП. Определена взаимосвязь между внедрением современной АСУТП, условиями труда и безопасностью, а также эффективностью сахарного производства.

Введение. Современное сахарное производство представляет собой сложный технологический и энергоемкий процесс. Одним из основных участков сахарного завода, задающий режим работы всего завода, является отделение диффузии. Повышение эффективности производства требует использования современного оборудования, технологий и безопасных и комфортных условий труда. Решение этих проблем, в первую очередь, лежит в сфере внедрения современных автоматизированных систем управления технологическими процессами [1,2].

Анализ состояния вопроса. Для определения условий, при которых повисится эффективность производства, необходимо провести анализ производственного процесса в отделении диффузии. Примером для исследования сахарного производства (диффузионное отделение) было выбрано ООО «Кириковский сахарный завод», расположенное в Сумской области. Изыскания по этим вопросам осуществлялись с 2006 по 2009 года, в период реконструкции АСУТП, согласно выполненного договора 6/1 между ХНТУСХ и ООО «Кириковский сахарный завод».

На основании проведенных исследований были определены следующие недостатки в работе диффузионного отделения:

1. В силу неэффективной работы станции доочистки свеклы и моечного отделения на свеклорезки поступала плохо

отмытая свекла и, следовательно, в диффузионный аппарат поступала свекловичная стружка серого цвета (грязная).

2. Качество стружки, получаемое на центробежных свеклорезках, нельзя классифицировать однозначно. При длине свекловичной стружки - 7,9... 10,9 м в 100г среднее содержание брака составляло ~ 10,9; 4,2 -3,8 %.

При нормативе до 3% брака, свекловичную стружку длиной 9,2 -10,9 м в 100 г. с содержанием брака 3,8 - 4,2 %, можно классифицировать, как удовлетворительную.

К причинам, способствующим получению неудовлетворительного качества стружки, со средним содержанием брака ~ 10,9 %, можно отнести:

- высокую загрязненность свеклы;
- нарушения технологического режима эксплуатации резок, а именно не выдерживалась оптимальная скорость резания;
- неудовлетворительную заточку диффузионных ножей.

3. Эксплуатация диффузионного аппарата происходила при низком коэффициенте использования его мощности.

Средняя фактическая производительность экстрактора по свекле составляла -1489 тонн в сутки (т.е. 74,5% от номинальной) при высоком браке свекловичной стружки (более чем в два раза от норматива) и откачке диффузионного сока ~ 129,6 % к массе свеклы (нормативная ~ 120% к м. св.).

При такой эксплуатации диффузионного аппарата очень сложно поддерживать равномерное удельное наполнение в аппарате, следовательно, и противоточное движение взаимодействующих фаз, что приводит к увеличению длительности процесса экстрагирования.

В свою очередь увеличение длительности экстрагирования приводит к увеличению неучтенных потерь сахара на диффузии, снижению эффекта очистки на диффузии - переходу в сок дополнительных несахаров, к затруднениям на дефеко saturации и, особенно на фильтрации, увеличению расхода извести, повышению содержания сахара в мелассе.

4. Высокое значение рН питательной воды на диффузию 6,8...7,0 вместо 5,5...5,8 - это фактор, который наряду с продолжительностью и температурой оказывает значительное влияние на качество диффузионного сока.

Кроме того, при применении питательной воды такого качества наблюдается эффект так называемого "разваривания"

стружки, ухудшается ее транспортировка и дренажные свойства.

5. Низкое качество стружки, питательной воды и длительное время пребывания потока свекловичной стружки предопределяло высокое содержание пульпы в диффузионном соке, которое составляло в среднем 10 г/л, при норме 1 г л.

Это сказывалось на эффективности работы пульполовушки диффузионного сока, и как следствие, на качестве диффузионного сока поступающего на производство.

Следует отметить, что увеличение пульпы в диффузионном соке до 10 увеличивает содержание сахара в мелассе на 0,056% и требует увеличения расход извести на 0,1% к массе свеклы.

Кроме того, применяемая технологическая операция - возврат пульпы на вторую камеру диффузионного аппарата: во-первых, еще более усугубляет качество диффузионного сока; во-вторых, при определенных условиях может способствовать нарушению противотока в головной части аппарата, и как следствие, возникновению явления "пробкования".

6. Эффективность работы прессов ГН-2 в количестве 3 штук можно рассматривать только в плане как работу прессов для предварительного отжима, так как сухие вещества прессованного жома составляли 9-11%.

7. Условия работы для работников отделения диффузии относятся к условиям работы во вредных условиях, согласно данных комиссии предприятия, проводящей аттестацию рабочих мест по условиям труда в соответствии с Методическими рекомендациями, утвержденными Министерством труда Украины (постановление от 1 сентября 1992 г. N 41) и Главным государственным санитарным врачом Украины от 01.09.92.

8. Категория зданий и помещений по взрывопожарной и пожарной опасности (по ОНТП 24-86), классификация зон по ПУЭ и классификация по опасности поражения людей электрическим током для диффузионного отделения представлена в таблице 1.

Уровень шума в диффузионном отделении составил 90 дБ(А), при нормативном 80дБ(А).

Пониженная температура 14-16⁰С и повышенная влажность 81% не соответствуют средней тяжести работ в отделении.

Таблица 1

Категория помещения диффузионного отделения по взрывопожарной и пожарной опасности, классификация зон по ПУЭ и классификация по опасности поражения людей электрическим током

Перечень зданий, сооружений, отделений и помещений	Категория зданий и помещений по взрывопожарной и пожарной опасности	Класс взрывоопасных и пожароопасных зон по ПУЭ	Состояние воздушной среды в помещении	Определение помещения по опасности поражения людей электрическим током
1	2	3	4	5
1. Диффузионное отделение	Д	-	І этаж - сырое ІІ этаж - резки свеклы - сырое, диффузия - влажное.	с повышенной опасностью

Оценка существующего уровня автоматизации на заводе:

1. Автоматизация отделений диффузии, водоподготовки, дефекосатурации и выпарной станции выполнена на базе регулирующего микропроцессорного контроллера Ломиконт Л-112 (производитель НПО «Промприбор» г.Чебоксары. Россия. Год выпуска - 1991 г.).

2. Отображение информации осуществляется на базе 3-х ПЭВМ со СКАДА системой на базе ДОС. Система выполняла контроль и управление основными технологическими параметрами, в т.ч.:

- сбор и отображение информации на мнемосхемах ПЭВМ;
- сигнализация отклонений на выносной мнемосхеме;
- ведение истории технологических параметров глубиной до 6 месяцев;
- ведение рапорта работы смен;
- дистанционное управление с ПЭВМ или с независимых блоков дистанционного управления;
- автоматическое регулирование параметров (стабилизация,

соотношение, взаимосвязанное регулирование).

3. АСУТП «Сахар-Пр» была разработана и внедрена в 1992 г. фирмой «ЦАНТ» (г. Сумы) и проработала 8 лет до закрытия завода. После снятия с консервации завода в 2004 году система была восстановлена и повторно запущена.

На момент исследований система разукомплектована, морально и физически устарела. Восстанавливать систему в условиях модернизации завода (меняется технологическая схема дефекосатурации и др.) и повышенных требований к качеству управления технологическим процессом не целесообразно.

Проанализировав процесс производства и условия труда в диффузионном отделении, можно сделать заключение, что как производственный процесс, так и работа персонала, обслуживающего это оборудование, не соответствуют необходимым требованиям.

Цель работы. Повышение экономической эффективности сахарного производства и создание безопасных и комфортных условий труда в диффузионном отделении за счет внедрения современных АСУТП.

Повышение эффективности условий труда при внедрении АСУТП. В производстве сахара почти не осталось тяжелого физического труда. Но велика доля умственной деятельности специалиста. Количество сахара, переходящее из стружки в диффузионный сок, и скорость этого перехода зависят от ряда условий. Квалифицированный аппаратчик диффузии знает, что чем выше температура в установках, тем больше и скорее извлекается сок, но если перегреть сок, то пойдет брак — стружка будет развариваться. Чем дольше длительность процесса диффузии, тем больше сахара можно извлечь, но с увеличением времени процесса образуется много несхаров. Управляя сложной многотонной диффузионной установкой, опытный специалист сопоставляет все эти условия и выбирает оптимальные. На работу персонала влияет и условия труда, в которых он работает, что также не способствует эффективности производства. Согласно данным аттестации рабочих мест в диффузионном отделении такие показатели как напряженность, шум, влажность, температура не соответствуют нормативным значениям. При исследовании условий труда и показателей, которые влияют на производительность труда, использовались современные методики, изложенные в Методических рекомендациях, утвержденных Министерством труда Украины и

способы определения функционального состояния работников [3].

При анализе вредностей на производстве и условий труда, в которых работают работники, были определены профессии работников, которые можно освободить от вредных работ за счет внедрения АСУТП.

При уменьшении количества рабочих, работающих в вредных и опасных условиях труда, естественно уменьшились и отчисления на социальные мероприятия и выплаты основной и дополнительной заработной платы.

Например, себестоимость 1т сахара на которую приходится социальные отчисления и выплата основной и дополнительной зарплата в 2007 году составили 44.47 грн., а учитывая общее количество работников на заводе мы можем определить сколько приходится на 1-го работающего (0,54 грн.) – следовательно себестоимость сахара на 1 тонну при уменьшении количества работников, работающих в вредных условиях труда, уменьшилась на 0,54 грн.

Процесс производства в сахарной промышленности в развитых странах связан с разработкой и внедрением новых технологий и автоматизированной техники, позволяющих заменить тяжелую умственную работу работников диффузионного отделения.

Повышение эффективности производства при внедрении АСУТП.

Главными требованиями к системе автоматизации сахарного производства является [1,2]:

1. Построение АСУТП на всех уровнях производства).
2. Интеллектуализация и экспертность.
3. Надежность и безопасность составляющих АСУТП.
4. Открытость АСУТП.
5. Использование квалифицированных кадров при эксплуатации и обслуживании АСУТП.

Для достижения поставленной цели были разработаны предложения по автоматизации:

На сегодняшний день все реконструируемые и успешно работающие заводы особое внимание уделяют вопросу внедрения современной автоматики для решения следующих проблем:

- качества ведения технологических параметров при дефиците квалифицированных кадров;
- сбалансированности технологических потоков (ритм, производительность, минимизация энергозатрат);

- оценки работы сменного персонала (в т.ч. объективное материальное стимулирование за итоги работы).

Предлагаемая АСУТП, позволяющая решить эти задачи, приведена на рис. 1.

Система построена на базе одного из лучших в мире микропроцессорных контроллеров TSX Premium (Schneider-Франция), объединенных в промышленную сеть Ithemet. Система позволяет выполнять поэтапное внедрение.

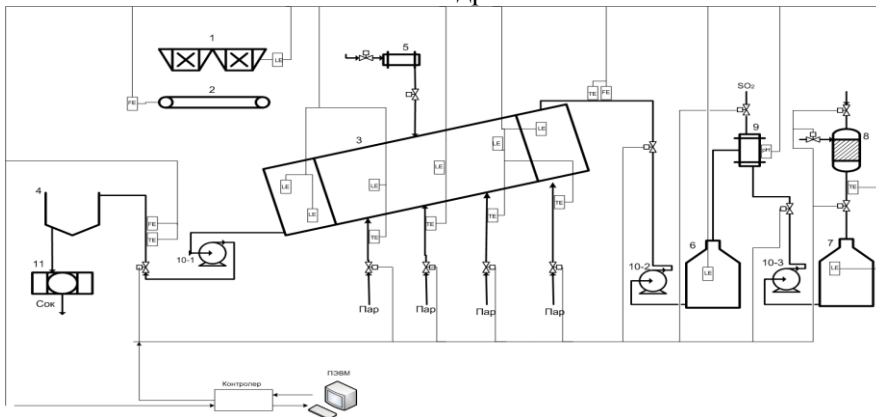


Рис. 1. Схема автоматизации диффузионного отделения сахарного завода: 1 – свеклорезки с бункером свеклы; 2 – ленточный конвейер; 3 – диффузионный аппарат; 4 – бункер диффузионного сока; 5 – печь; 6 – сборник барометрической сульфитированной воды; 7 – сборник барометрической воды; 8 – подогреватель воды; 9 – сульфитатор; 10-(1,2,3) – насосы; 11 – пульполовушка; LE – уровнемер; FE- расходомер; TE- датчик температуры; pH – pH-метр.

Целью разработок различных современных автоматизированных систем управления является достижение высоких технико-экономических показателей производства, а также улучшение условий и безопасности труда при производстве сахара за счет научной организации труда и внедрения современных эффективных нейросетевых технологий в системе управления технологическими процессами [4,5]. Одним из важнейших технологическим показателем, характеризующим эффективность производства завода, является коэффициент завода $K_{зав}$.

Технико-экономические показатели сахарного производства основывались на данных “Окончательного производственно-технического отчета по сахарно-песочному производству” и

лаборатории завода в ООО "Кириковский сахарный завод" за 2006-07 года (до и после внедрения современной АСУТП) и представлены в таблице 2.

Данными для расчетов являлись:

- количество сырья принятого на завод (K_c), тыс.т;
- содержание сахара в принятом сырье ($C_{сах}$), %;
- потери сырья при хранении ($K_{пс}$), тыс.т;
- сахаристость стружки ($C_{сах. стр.}$), %;
- потери сахара при транспортировке и хранении ($P_{сах. т.х}$), тыс.т;
- потери сахара при производстве ($P_{сах. п.}$), тыс.т;
- потери сахара в мелассе ($P_{сах. м.}$), тыс.т;
- общие потери сахара ($P_{сах. о.}$), тыс.т;
- производство сахара (C), тыс.т;
- продолжительность получения сока ($T_{сок}$), суток.

Последовательность расчета основных технико-экономических показателей завода (потери, выход сахара, коэффициент завода и коэффициент производства) осуществлялась из нахождения следующих выражений:

Сахар принятый на завод (C_3) определялся по формуле

$$C_3(p4) = K_c(p2) \cdot C_{сах}(p3). \quad (1)$$

Переработанное сырье определялось из следующего выражения

$$K_{пер}(p6) = K_c(p2) - K_{пс}(p5). \quad (2)$$

Сахар в сырье для переработки определялся по формуле

$$C_{пер}(p8) = K_{пер}(p6) \cdot C_{сах. стр.}(p7). \quad (3)$$

Общие потери сахара определялись из выражения

$$P_{сах. о.}(p16) = P_{сах. т.х.}(p10) + P_{сах. п.}(p12) + P_{сах. м.}(p14). \quad (4)$$

Общее количество произведенного сахара ($C(p17)$) определялось по данным продуктового отделения и отчетным данным из следующего выражения

$$C(p17) = C_3(p4) - P_{сах. о.}(p16). \quad (5)$$

Выход сахара ($V_{сах.}$, %) относительно переработанного сырья определялся из соотношения

$$V_{сах.}(p18) = \frac{C(p17)}{K_{пер.}(p6)} \cdot 100, \%. \quad (6)$$

Таблица 2

Технологические показатели завода

Год	Количество сырья принятого на завод, тыс.т.(Кс)		Соержание сахара в принятом сырье, (сахаристость)%(Сах.)		Сахар принятый на завод, тыс.т.(Сз)		Потери сырья при хранении, тыс.т.(Кп.с)		Переработано сырья, тыс.т.(Кпр.)		Соержание сахара в сырье для переработки(сахаристость стружки),%(Сах.стр.)		Сахар в сырье для переработки, тыс.т.(Спр.)		Потери сахара при транспортировании и хранении, тыс.т.(Псах.т.х.)		Потери сахара при производстве, тыс.т.(Псах.п.)		Потери сахара в мелассе, тыс.т.(Псах.м.)		Общие потери сахара, тыс.т.(Псах.о.)		Изготовлено сахара, тыс.т.(С)		Выход сахара, %			Продолжительность получения сока, суток(Тсок.)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27		
2006	143,0	17,8	25,4	5,6	137,4	16,44	22,58	2,0	2,87	1,42	1,95	2,55	3,66	33,32	8,48	16,97	12,35	75,15	66,67	61,5	19	20	21	18	17	18	19	20	21
2007	43,917	15,8	6,94	1,6	42,317	14,41	6,1	1,6	0,7	0,7	0,3	2,1	0,8	25,9	1,8	5,1	12,05	83,6	73,5	20,8	18	19	20	18	17	18	19	20	21
2007 сах	43,91	17,8	7,81	1,6	42,317	16,44	6,96	1,6	0,7	0,7	0,3	2,1	0,9	25,9	1,8	6,01	14,2	86,3	76,9	20,8	18	19	20	18	17	18	19	20	21

Коэффициент завода (Кзав.) – отношение произведенного сахара (С) к массе сахара, поступившего на переработку определялся следующим выражением

$$K_{\text{зав.}}(п19) = \frac{C}{C_{\text{пер.}}} \cdot 100, \% \quad (7)$$

Коэффициент производства (Кпр.) - отношение произведенного сахара (С) к массе сахара, поступившего на завод определялся из выражения

$$K_{\text{пр.}}(п20) = \frac{C}{C_3} \cdot 100, \% \quad (8)$$

По результатам расчетов видно, что коэффициент завода за анализируемый период поднялся с 75,15% до 86,3 %. Это подтверждает эффективность предложенных разработок, и которые соответственно, можно легко определить через такой экономический показатель как экономический эффект [6].

Выводы. Предложенная автоматизированная система управления технологическими процессами позволила повысить продуктивность производства $K_3 = 0,86$ %, и соответственно снизить энергозатраты (газ, пар, топливо, электроэнергия и т.д.), а также улучшить условия труда, повысить производительность труда и уменьшить численность рабочих работающих во вредных и опасных условиях труда в сахарном производстве.

Список литературы

1. Белоусов В.Ю. Стратегия автоматизации производства сахара / В.Ю. Белоусов, А.Ф. Литвинов, О.А. Потапов, Ю.Н. Горчинский // Сахар, №1. - 2002. – С. 40-42.

2. Ляшенко С.А. Концепция повышения эффективности АСУТП при производстве сахара в Украине / С.А. Ляшенко, А.С. Ляшенко, И.С. Беляева // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. “Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв”. – Харків, Вип. 74. - 2008. – С. 54-63.

3. Патент на корисну модель України. № 38661. Спосіб діагностики зміни функціонального стану робітників сільськогосподарського виробництва; А 61В 5/00 / П.В. Волошин, В.І. Сухоруков, І.А. Сербіненко, О.М. Біневська, Ю.В. Бовт, О.М.

Корсунов, Л.П. Забродіна, І.С. Біляєва. - № и 2008 08648; Заявл. 01.07.2008; Опубл. 12.01.2009, Бюл. 1. – 4 с.

4. Ляшенко С.О. Застосування сучасних інформаційних технологій в АСУТП цукрового виробництва / С.О. Ляшенко, О.С. Ляшенко, І.С. Біляєва // Наукові праці національного університету харчових технологій. – Київ, НТУХТ. № 28. – 2009. – С. 60 – 62.

5. Ляшенко С.А. Интеллектуальный подход к управлению технологическими процессами сахарного производства / С.А. Ляшенко, А.С. Ляшенко // Автоматизация: проблемы, идеи, решения: материалы міжнар. наук.-техн. конф. Севастополь, 9-13 вересня 2013 р./М-во освіти і науки України; Севастоп. нац. техн. ун-т; наук. ред.. В.Я. Копп. СевНТУ - Севастополь., - 2013. - С. 114-116.

6. Ляшенко С.А. О некоторых подходах повышения эффективности АСУТП сахарного производства / С.А. Ляшенко, А.С. Ляшенко, И.С. Беляева // Вестник Херсонского национального технического университета. – Херсон, №1(46). - 2013. - С. 319-323.

Анотація

ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ПОКРАЩАННЯ УМОВ ПРАЦІ В ДИФУЗІЙНОМУ ВІДДІЛЕННІ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ

В роботі зроблено технічний та технологічний аналіз процесу отримання дифузійного соку в дифузійному відділенні цукрового заводу. Розглянуті недоліки у системі автоматизації відділення і запропоновані пропозиції по покращанню АСУТП. Визначено взаємозв'язок між втіленням сучасної АСУТП, умовами праці та безпекою, а також ефективністю цукрового виробництва.

Abstract

INCREASE PRODUCTIVITY AND IMPROVE WORKING CONDITIONS IN THE DIFFUSION DEPARTMENT SUGAR FACTORY

The technical and technological analysis of process of receipt of diffusive juice is in-process done in the diffusive separation of saccharine за-вода. Defects are considered in the system of automation of separation and suggestions are done on the improvement of АСУТП. Intercommunication is certain between introduction of modern АСУТП, terms of labour and safety, and also by efficiency of saccharine production.