

МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

Міністерство освіти і науки України



Національний університет харчових технологій



Національна асоціація цукровиків України



Перспективи розвитку цукрової промисловості України



29 березня - 30 березня
Київ НУХТ 2017

ОРГАНІЗАТОРИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ



Інститут післядипломної освіти НУХТ



УКРЦУКОР

Національна асоціація цукровиків України



Міністерство освіти і науки України
Національний університет харчових технологій
Інститут післядипломної освіти НУХТ
Національна асоціація цукровиків України

Міжнародна науково-технічна конференція
"Перспективи розвитку цукрової промисловості
України"

29–30 березня

Київ 2017

УДК 664.1
ББК 36.84
МЗ4

МЗ4 Матеріали міжнародної науково-технічної конференції цукровиків України «Перспективи розвитку цукрової промисловості України». – К.: НУХТ, 2017. – 162 с.

ISBN 978-966-2044-53-9

29 – 30 березня 2017 року в Національному університеті харчових технологій (м. Київ) проходила Міжнародна науково-технічна конференція цукровиків України «Перспективи розвитку цукрової промисловості України». Організаторами заходу виступили Національний університет харчових технологій, Національна асоціація цукровиків України, Інститут післядипломної освіти Національного університету харчових технологій, Інститут продовольчих ресурсів НААН України. Інформаційні партнери конференції: журнал «Цукор України» та інформаційний бюлетень «Вісник цукровиків України».

У роботі конференції взяли участь фахівці 34 цукрових заводів України, керівники галузі, цукрових компаній і заводів, власники агропромхолдингів, представники науково-дослідних, навчальних, проектних інститутів і понад 40 фірм та організацій, що працюють у галузі цукрового виробництва. На конференцію прибули представники цукрової промисловості Білорусі, Грузії, Киргизії, Польщі, Німеччини, Данії.

Матеріали конференції підготовлені фахівцями НУХТ, Інституту післядипломної освіти НУХТ, УкрНДІЦП. Інституту продовольчих ресурсів НААН України.

Для фахівців цукрової галузі.

УДК 664.1
ББК 36.84

© Національний університет харчових технологій, 2017
© Видавництво
© Підготовка і макетування

ISBN 978-966-2044-53-9

Організаційний комітет

Голова: **Олександр Шевченко**, д.т.н., професор

Заступники голови: **Валерій Мирончук**, д.т.н., проф
Валерій Виговський, к.т.н., проф.

Члени оргкомітету: **Сергій Блаженко**, к.т.н., доц.
Михайло Масліков, к.т.н., доц
Сергій Василенко, д.т.н., проф.
Юрій Резниченко, к.т.н., доц
Константин Штангеев, к.т.н., доц
Микола Хоменко, к.т.н., доц
Наталія Акутіна, провідний інженер

Науковий комітет

Голова: **Анатолій Українець**, д.т.н., проф., Україна

Заступники голови: **Олександр Шевченко**, д.т.н., проф., Україна
Анатолій Ладанюк, д.т.н., проф., Україна
Валерій Мирончук, д.т.н., проф., Україна
Олександр Серьогін, д.т.н., проф., Україна
Сергій Василенко, д.т.н., проф., Україна
Наталія Гусятинська, д.т.н., проф., України
Леонід Рева, д.т.н., проф., Україна

ПРОГРАМА КОНФЕРЕНЦІЇ

ПРОГРАМА

міжнародної науково-технічної конференції
«Перспективи розвитку цукрової промисловості України»

Місце проведення: м. Київ, вул. Володимирська, 68
Національний університет харчових технологій,
актова зала.

Дата проведення: 29.03-30.03.2017р.

Реєстрація учасників:

29 березня 8:00-9:00 в фойє 1-го поверху НУХТ

9-00 Відкриття виставки, ознайомлення з експозиціями вітчизняних та зарубіжних фірм.

Українець Анатолій Іванович – ректор НУХТ, д.т.н., професор

Дикун Андрій Євгенович – голова правління НАЦУ «Укрцукор»

Шевченко Олександр Юхимович – проректор з наукової роботи,
д.т.н., професор, НУХТ

29 березня 2017 р. (Актова зала)

10-00 Вітальне слово та відкриття конференції цукровиків України

Українець Анатолій Іванович – ректор НУХТ, д.т.н., професор.

10-15 Законодавчі зміни в цукровій галузі

Мороз Микола Анатолійович – директор

Департамент продовольства Міністерства аграрної політики та продовольства України

10-30 Огляд ринку цукру: аналіз, прогнози та перспективи.

Дикун Андрій Євгенович – голова правління
НАЦУ «Укрцукор»

10-45 Цукрова галузь України: результати сезону

Бутило Руслана Ігорівна – начальник аналітичного відділу
НАЦУ «Укрцукор»

11-00 Демерара – екологія і ..

Янус Яцек Кшиштоф – директор підприємства

Борисюк Іван Євгенович – керівник служби технічного персоналу
ТОВ «НОТОН С»

11-15 Сучасні рішення GRUNDFOS для модернізації підприємств з виробництва цукру

Новак Павел – керівник напрямку обладнання для дозування та дезинфекції
ТОВ «Грундфос Україна»

11-30 Обладнання Вискау Wolf для цукрової промисловості

Федів Ігор Володимирович – головний технолог

Василенко Олександр Володимирович – керівник проектів
Генеральне представництво BWS Technologie GmbH в країнах СНД

11-45 Енергозбереження при використанні дифузійних установок різних типів

Ладановський Михайло Іванович – заступник генерального директора
Верхола Леонід Арнольдович – к.т.н., головний інженер проекту
ТОВ «Теплоком»

12-00 Досвід застосування вогнетривкого бетону у футеровці шахтних печей випалювання вапна підприємств цукрової промисловості

Михайленко Дмитро Володимирович – технічний директор
ТОВ «МАГНОХРОМ»

12-15 Зменшення використання палива на цукровому заводі за допомогою впровадження парової сушарки

Бондар Олександр – керівник проекту
ENERDry A/S, Данія.

12-30 Впровадження міжнародних стандартів якості та харчової безпеки на підприємствах цукрової галузі. Державні та міжнародні вимоги.

Моїсеєнко Юрій Юрійович – комерційний директор
ТОВ "МНС ГРУП"

12-45 Приклади впровадження техніки Festo на цукрових заводах України та Росії.

Бережко Костянтин Іванович
фахівець Festo

13-00-14-00 ПЕРЕРВА

14-00 Технологічна схема енерго-ефективного виробництва харчового спирту з блоком зневоднення

Щуцький Ігор, Галузинський Олег
ТОВ «Виробнича група «Техінсервіс».

14-15 Оцінка ефективності обладнання для фільтрування густих сиропів

Шурбований Володимир Миколайович – президент
МНВА «Фільтрувальна асоціація України».

14-30 Резерви енергозбереження та підвищення рентабельності виробництва цукру за допомогою обладнання Vogelsang (Німеччина)

Сітніков Сергій Веніамінович – представник фірми
«Hugo Vogelsang»

14-45 Про нагрівання дифузійного соку утфельною парою.

Петренко Валентин Петрович – к.т.н., доцент
Бойко Володимир Олександрович – к.т.н., доцент
Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки НУХТ.
Мельник Віктор Андрійович – директор
НВП Енерготехнологія.

15-00 Вільновихрові технологічні насоси СВН для цукрової промисловості України

Котенко Олександр Іванович - к.т.н, доц.,
Котенко О.О. – к.е.н,
Кондусь В.Ю.- аспірант

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки Сумського державного університету.

15-15 Актуальність підготовки фахівців з технології цукристих речовин в контексті розвитку галузі

Гусятинська Наталія Альфредівна – д.т.н., проф., завідувач кафедри
Кафедра технології цукру і підготовки води, НУХТ.

15-30 Сучасні засоби дезінфекції в цукровому виробництві , оцінка ефективності та безпечності

Дмитруха Наталія, Короленко Тамара
Державна установа « Інститут медицини праці НАМН України».

Чаповська Роксоляна – директор
ПП « ГПІЄНІКС» м. Львів

Барига Анджей – керівник відділу

Відділ цукроваріння Інституту біотехнології сільськогосподарської і харчової промисловості ім. проф. Вацлава Домбровського у Варшаві, Польща.

15-45 Сучасне пневматичне обладнання та запірно-регулююча арматура для цукрових заводів

Володін Сергій Володимирович – заст. ген. директора
ТОВ «КАМОЦЦЬ»

16-00 Досвід використання нанокompозиту алюмінію в умовах бурякоцукрового виробництва

Олішевський Валентин Вікторович – к.т.н., доцент

Бабко Євген Миколайович – к.т.н., доцент

Кафедра технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування, НУХТ

Українець Анатолій Іванович – д.т.н., проф., ректор НУХТ

Пушанко Наталія Миколаївна – к.т.н., доцент

Кафедра технології цукру та підготовки води, НУХТ

Маринін Андрій Іванович – к.т.н., старший науковий співробітник,
завідувач лабораторії,

Никитюк Тарас Володимирович – аспірант

Проблемна науково-дослідна лабораторія, НУХТ

Лопатько Костянтин Григорович – д.т.н., проф.,

Кафедра технології конструкційних матеріалів та матеріалознавства,

Лапшин Сергій Олександрович – аспірант

Кафедра електричних машин і експлуатації обладнання,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

16-15 **Санітарно-гігієнічні аспекти підготовки цукрового заводу до кампанії (з досвіду польських підприємств).**

Барига Анджей – керівник відділу
Відділ цукроваріння Інституту біотехнології сільськогосподарської і харчової промисловості ім. проф. Вацлава Домбровського у Варшаві, Польща.

Чаповська Роксоляна – директор
ПП « ГІГІЄНІКС» м. Львів

16-30 **Вплив якості сировини, що поставляється на цукровий завод, на перебіг технологічного процесу.**

Барига Анджей, Полець Боженна
Інститут біотехнології сільськогосподарської і харчової промисловості ім. проф. Вацлава Домбровського у Варшаві, Польща.

16-45 **Вплив вмісту нецукрів у сирому соці на якість очищеного рідкого соку.**

Барига Анджей, Полець Боженна
Інститут біотехнології сільськогосподарської і харчової промисловості ім. проф. Вацлава Домбровського у Варшаві, Польща.

17-00 Збільшення продуктивності відділення сушіння цукру за рахунок використання охолоджувачів з киплячим шаром і теплообмінними поверхнями

Завірюха Олександр Васильович – к.т.н., технічний директор,
ТОВ "ТКС Сервіс", м. Київ

30 березня 2017 (Актова зала)

10-00 Підготовка цукрових буряків до переробки: транспортування, очистка, отримання стружки та екстракція цукру

Хоменко Микола Дмитрович – д.т.н., проф.
Кафедра виробництва цукру та сахаридів ІІДО НУХТ

10-15 Концентрування фільтрованого соку другої сатурації зворотнім осмосом

Мирончук Валерій Григорович – д.т.н., професор, завідувач кафедри
Змієвський Юрій Григорович к.т.н., доцент
Кафедра технологічного обладнання та комп'ютерних технологій, НУХТ

10-30 Удосконалення промислової кристалізації та поліпшення якості цукру

Скорик Костянтин Дмитрович – к.т.н., проф.
Кафедра виробництва цукру та сахаридів ІІДО НУХТ

10-45 Моделювання процесу промислової кристалізації цукру в пристінному шарі нагрівальної трубки вакуум-апарата

Погорілий Тарас Михайлович – к.т.н., доц.,
Мирончук Валерій Григорович – д.т.н., професор, завідувач кафедри
Кафедра технологічного обладнання та комп'ютерних технологій, НУХТ

11-00 Сучасні вимоги до підігрівачів цукрового виробництва
Штангеев Костянтин Остапович – к.т.н., доцент, зав. кафедри
Кафедра виробництва цукру та сахаридів ІПДО НУХТ

11-15 Про перспективи використання замкнених оборотних систем водопостачання цукрових заводів
Сорокін Анатолій Іванович – ст. викрадач
Кафедра виробництва цукру та сахаридів ІПДО, НУХТ

11-30 Особливості визначення питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів на вироблення продукції в цукровій галузі
Баранов Володимир Іванович – в.о. директора, к.т.н., доцент
Кафедра виробництва цукру та сахаридів ІПДО, НУХТ

11-45 Використання комплексних методів керування в системах автоматизації технологічних комплексів
Ладанюк Анастолій Петрович – д.т.н., проф. завідувач кафедри
Кафедра автоматизації та інтелектуальних систем керування, НУХТ.

12-00 Ефективність інтелектуальних методів при створенні MES – систем цукрового виробництва
Смітюх Ярослав Володимирович – к.т.н., доцент
Кафедра автоматизації та інтелектуальних систем керування, НУХТ

12-15 Методи аналізу енергетичної ефективності теплотехнологічних систем цукрового виробництва
Василенко Сергій Михайлович – д.т.н., проф., завідувач кафедри
Самійленко Сергій Миколайович – к.т.н., доц.
Василенко Тетяна Павлівна – асистент
Кафедра теплотехніки та холодильної техніки, нухт

12-30 Дослідження експлуатаційних характеристик запірно-регулюючої арматури
Мирончук Валерій Григорович – д.т.н., професор, завідувач кафедрою
Володін Сергій Володимирович – аспірант
Кафедра технологічного обладнання та комп'ютерних технологій, НУХТ

12-45 Необхідність адсорбційного очищення сиропу для підвищення якості виробленого цукру до світових стандартів
Рева Леонід Павлович – д.т.н., професор
Головіна Олена Валеріївна – аспірант
Шульга Світлана Анатоліївна – к.т.н., доцент
Виговський Валерій Юрійович – к.т.н., професор
Кафедра технології цукру і підготовки води, НУХТ.

13-00 -14-00 ПЕРЕРВА

14-00 Підвищення ефективності виробництва цукру при переробленні цукрових буряків погіршеної якості

Гусятинська Наталія Альфредівна – д.т.н., проф., завідувач кафедри
Нечипор Тетяна Миколаївна –аспірант
Кафедра технології цукру і підготовки води, НУХТ

14-15 Сучасне апаратурне оформлення та деякі схемні рішення станцій дефекосатураційного відділення цукрового заводу

Петриченко Ігор Борисович к.т.н., доцент
Резніченко Юрій Миколайович – к.т.н., доцент
Кафедра технології цукру і підготовки води НУХТ
Хомічак Любомир Михалович – д.т.н., проф.,
Інститут продовольчих ресурсів НААН України.

14-30 Розробка технології переробки цукрового буряку

Григоренко Наталія Олександрівна – к.т.н., провідний науковий співробітник
Інститут продовольчих ресурсів НААН України.

14-45 Перспективи застосування електрохімічно активованих розчинів у технологічному процесі цукрового виробництва

Смоленський Василь Борисович – аспірант
Ткаченко Сергій Володимирович – к.т.н. ст. наук. співробітник
Шейко Таміла Володимирівна – к.т.н. зав. лаб.
*Кафедра технології цукру, цукровмісних продуктів та інгредієнтів,
Інститут продовольчих ресурсів НААН України*

15-00 Вплив факторів зовнішнього середовища на технологічні якості цукрових буряків.

Мількевич Володимир Михайлович – к.т.н., доцент
Кафедра виробництва цукру та сахаридів ІПДО, НУХТ.

15-15 Вторинні енергоресурси цукрового заводу: погляд аудитора

Філоненко Віталій Миколайович
к.т.н., доцент кафедри

15-30 Робота струминних сульфитаторів в технологічній схемі заводу

Пономаренко Віталій Васильович – к.т.н., доцент
Люлька Дмитро Миколайович – к.т.н., доцент
Хитрий Ярослав Сергійович – аспірант
Кафедра технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування, НУХТ
Вискребцов Володимир Борисович – к.т.н.

15-45 Зниження ризиків при виконанні ремонтних робіт на цукрових заводах

Валерій Зіновійович Шишков – к.т.н., доцент
Світлана Євгенівна Катаєва – проф., докт біологічних наук,
Ярослав Володимирович Нирко – ст. викладач,
Андрій Валерійович Шишков –ст. викладач інженер
Кафедра охорони праці ПДО, НУХТ.

16-00 Безпека харчових продуктів, гігієнічні та безпечні умови праці на підприємствах цукрової галузі.

Валерій Зіновійович Шишков – к.т.н., доцент,
Світлана Євгенівна Катаєва – проф., докт біологічних наук,
Ярослав Володимирович Нирко – ст. викладач,
Андрій Валерійович Шишков –ст. викладач
Кафедра охорони праці ПДО, НУХТ.

16-15 Оптимізація масивів керуючих дій для зниження ризиків травмування на підприємствах галузі.

Андрій Валерійович Шишков – ст. викладач інженер
Кафедра охорони праці ПДО, НУХТ..

16-30 Інтелектуальний потенціал підприємств як основа освоєння інноваційного розвитку цукрового кластеру

Синельников Борис Васильович – к.е.н.
НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

16-45 Аналіз силових та температурних полів транспортних систем промислових екстракторів

Люлька Дмитро Миколайович– к.т.н., доцент
Кафедра технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування, НУХТ

17-00 Підведення підсумків роботи та закриття конференції.

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

Зміст

Вітальне слово та відкриття конференції цукровиків України	18
<i>Українець А.І.</i>	
Цукрова галузь України: результати сезону	19
<i>Бутило Р.І.</i>	
Обладнання Вискал Wolf для цукрової промисловості	22
<i>Федів І.В., Василенко О.В.</i>	
Енергозбереження при використанні дифузійних установок різних типів	25
<i>Ладановський М.І., Верхола Л.А.</i>	
Сушка жома паром под давлением	27
<i>Арне Слот Йенсен, Александр Бондарь</i>	
Приклади впровадження техніки Festo на цукрових заводах України та Росії	35
<i>Бережко Костянтин Іванович</i>	
Технологічна схема енерго-ефективного виробництва харчового спирту з блоком зневоднення	38
<i>Щуцький Ігор, Галузинський Олег</i>	
Про нагрівання дифузійного соку 1-уфельною парою	39
<i>Петренко Валентин Петрович,</i> <i>Бойко Володимир Олександрович, Мельник Віктор</i>	
Вільновихрові технологічні насоси СВН для цукрової промисловості України	43
<i>Котенко Олександр Іванович, Котенко О.О., Кондусь В.Ю.</i>	
Актуальність підготовки фахівців з технології цукристих речовин в контексті розвитку галузі	46
<i>Гусятинська Наталія Альфредівна</i>	
Сучасні засоби дезінфекції в цукровому виробництві, оцінка ефективності та безпечності	49
<i>Дмитруха Наталія, Короленко Тамара,</i> <i>Чаповська Роксоляна, Барига Анджей</i>	
Досвід використання нанокompозиту алюмінію в умовах бурякоцукрового виробництва	54
<i>Олішевський Валентин Вікторович,</i> <i>Бабко Євген Миколайович, Українець Анатолій Іванович,</i> <i>Пушанко Наталія Миколаївна, Маринін Андрій Іванович,</i> <i>Никитюк Тарас Володимирович, Лопатько Костянтин Григорович, Лапшин Сергій Олександрович</i>	
Вплив якості сировини, що поставляється на цукровий завод, на перебіг технологічного процесу	57
<i>Барига Анджей, Полець Боженна</i>	

Вплив вмісту нецукрів у сирому соці на якість очищеного рідкого соку	60
<i>Бариґа Анджей, Полець Боженна</i>	
Збільшення продуктивності відділення сушіння цукру за рахунок використання охолоджувачів з киплячим шаром і теплообмінними поверхнями	63
<i>Завірюха Олександр Васильович</i>	
Підготовка цукрових буряків до переробки: транспортування, очистка, отримання стружки та екстракція цукру	71
<i>Хоменко Микола Дмитрович</i>	
Концентрування фільтрованого соку другої сатурації зворотнім осмосом	77
<i>Мирончук Валерій Григорович, Змієвський Юрій Григорович</i>	
Удосконалення промислової кристалізації та поліпшення якості цукру	80
<i>Скорик Костянтин Дмитрович</i>	
Моделювання процесу промислової кристалізації цукру в пристінному шарі нагрівальної трубки вакуум-апарата	83
<i>Погорілий Тарас Михайлович, Мирончук Валерій Григорович</i>	
Сучасні вимоги до підігрівачів цукрового виробництва	89
<i>Штанґеев Костянтин Остапович</i>	
Про перспективи використання замкнених оборотних систем водопостачання цукрових заводів	91
<i>Сорокін Анатолій Іванович</i>	
Особливості визначення питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів на вироблення продукції в цукровій галузі	95
<i>Баранов Володимир Іванович</i>	
Використання комплексних методів керування в системах автоматизації технологічних комплексів	98
<i>Ладанюк Анастолій Петрович</i>	
Методи аналізу енергетичної ефективності теплотехнологічних систем цукрового виробництва	101
<i>Василенко Сергій Михайлович, Самійленко Сергій Миколайович, Василенко Тетяна Павлівна</i>	
Дослідження експлуатаційних характеристик запірно-регулюючої арматури	104
<i>Мирончук Валерій Григорович, Володін Сергій Володимирович</i>	

Необхідність адсорбційного очищення сиропу для підвищення якості виробленого цукру до світових стандартів	106
<i>Рева Леонід Павлович, Головіна Олена Валеріївна, Шульга Світлана Анатоліївна, Виговський Валерій Юрійович</i>	
Підвищення ефективності виробництва цукру при переробленні цукрових буряків погіршеної якості	109
<i>Гусятинська Наталія Альфредівна, Нечипор Тетяна Миколаївна</i>	
Сучасне апаратурне оформлення та деякі схемні рішення станцій дефекосатураційного відділення цукрового заводу	112
<i>Петриченко Ігор Борисович, Резніченко Юрій Миколайович, Хомічак Любомир Михалович</i>	
Розробка технології переробки цукрового буряку	115
<i>Григоренко Наталія Олександрівна</i>	
Перспективи застосування електрохімічно активованих розчинів у технологічному процесі цукрового виробництва	118
<i>Смоленський Василь Борисович, Ткаченко Сергій Володимирович, Шейко Таміла Володимирівна</i>	
Вплив факторів зовнішнього середовища на технологічні якості цукрових буряків	121
<i>Мількевич Володимир Михайлович</i>	
Вторинні енергоресурси цукрового заводу: погляд аудитора	125
<i>Філоненко Віталій Миколайович</i>	
Робота струминних сульфитаторів в технологічній схемі заводу	129
<i>Пономаренко Віталій Васильович, Люлька Дмитро Миколайович, Хитрий Ярослав Сергійович, Вискребцов Володимир Борисович</i>	
Зниження ризиків при виконанні ремонтних робіт на цукрових заводах	132
<i>Валерій Зіновійович Шишков, Світлана Євгенівна Катаєва, Ярослав Володимирович Нирко, Андрій Валерійович Шишков</i>	
Безпека харчових продуктів, гігієнічні та безпечні умови праці на підприємствах цукрової галузі	137
<i>Валерій Зіновійович Шишков, Світлана Євгеновна Катаєва, Ярослав Володимирович Нирко, Андрій Валерійович Шишков</i>	
Оптимізація масивів керуючих дій для зниження ризиків травмування на підприємствах галузі	140
<i>Андрій Валерійович Шишков</i>	
Інтелектуальний потенціал підприємств як основа освоєння інноваційного розвитку цукрового кластеру	144
<i>Синельников Борис Васильович</i>	

"Перспективи розвитку цукрової промисловості України"

Аналіз силових та температурних полів транспортних систем промислових екстракторів	147
<i>Люлька Дмитро Миколайович Олішевський Ярослав Олішевський Владислав</i>	
Підготовка техніків-технологів з виробництва цукристих речовин як важливий фактор забезпечення кадрами підприємств галузі	149
<i>Самілик М.М.</i>	
Очищення дифузійного соку карбонатом кальцію за умов I карбонатизації	153
<i>Володимир Логвін, Аліна Мартинюк</i>	

Вітальне слово та відкриття конференції цукровиків України

Українець Анатолій Іванович - ректор НУХТ, д.т.н., професор.



Шановні друзі!

Щиро вітаю всіх учасників Міжнародної науково-технічної конференції цукровиків України. Цей захід щороку збирає фахівців у галузі виробництва цукру України та міжнародних представників компаній-дистриб'юторів і виробників новітнього обладнання та витратних матеріалів для цукрового виробництва. Вважаю, що це чудова нагода для спеціалістів і науковців не тільки обмінятися досвідом, новими напрацюваннями, досягненнями, а й

ознайомитися із сучасними тенденціями розвитку технологічного обладнання, систем автоматизації, приладів контролю з метою підвищення якості цукру, підвищення енергоефективності виробництва, розширення асортименту продукції. Маю надію, що ця конференція стане вагомим внеском у розвиток пріоритетної для України харчової галузі, а питання, які сьогодні винесені на обговорення, сприятимуть розвитку цукрової галузі в Україні, подальшій взаємодії науки, освіти та виробництва. Серед основних завдань конференції слід визначити обмін науково-теоретичною та практичною інформацією, узагальнення результатів наукових досліджень щодо інноваційних напрямків інтенсифікації технологічних процесів, модернізації обладнання, ресурсо- та енергозбереження, підвищення якості сировини та готової продукції, хіміко-технологічного контролю виробництва цукру.

Мені приємно, що організатором конференції є Національний університет харчових технологій – єдиний в Україні вищий навчальний заклад IV рівня акредитації, що готує фахівців для цукрової галузі. На сьогодні все більшої актуальності набуває завдання підготовки висококваліфікованих фахівців і розвитку науки, спрямованої на вирішення актуальних проблем харчової галузі шляхом впровадження різних форм співпраці освіти, науки та виробництва.

Слід відмітити, що технологія виробництва цукру з буряків вирізняється серед інших харчових технологій як кількістю, так і складністю технологічних процесів. Керувати технологічними процесами і технологією виробництва цукру в цілому, забезпечувати найбільш ефективну роботу заводу з мінімальними втратами сировини, високим виходом цукру та мінімальними енерговитратами можливо за умови підготовки фахівців з ґрунтовними знаннями механізмів та оптимальних умов проведення процесів, що мають місце у виробництві цукру, та практичними вміннями проведення технологічних процесів в оптимальних умовах.

Хочу відмітити, що Національний університет харчових технологій розвиває кращі традиції сучасної науки в галузі харчових технологій, має високий науковий потенціал і можливості для підготовки висококваліфікованих фахівців, розробки та впровадження нових ресурсозберігаючих технологій та обладнання у виробництво.

Шановні цукровики, прийміть найкращі побажання міцного здоров'я, успіхів у роботі з розвитку цукрової галузі та здійснення ваших задумів.

Цукрова галузь України: результати сезону

Бутило Руслана Ігорівна – начальник аналітичного відділу НАЦУ «Укрцукор»

За останні роки українські цукровари зустріли чимало викликів – це зниження купівельної спроможності населення і втрата великих «цукрових» ринків Донбасу та Криму; заборона транзиту через територію РФ і, як результат, закриття основних ринків збуту; нарощення виробництва цукру в сусідніх Росії, Білорусі та країнах колишнього СРСР і надмірна зарегульованість галузі з боку держави. Все це, без сумніву, завдало чимало шкоди вітчизняним виробникам, практично «збідніла» сировинна база та захмарно зросли енерговитрати, проте, за рахунок планомірного підвищення якості цукру та підвищення його доданої вартості цукровари зуміли посилити позиції на зовнішніх ринках і збільшити виробництво цукру в поточному сезоні.

В Україні існує система квотування виробництва цукру для внутрішнього ринку. Так, на сезон 2016/17 р. обсяг виділених квот (1670,0 тис. т) був розподілений серед 44 підприємствами, проте виробництво розпочали тільки 42, адже сировини на запуск

всіх заводів, які отримали квоту не вистачило. Проте варто звернути увагу на те, що в 2015/16 МР виробництво розпочало 36 цукрових заводів, а отже, кількість працюючих заводів збільшилась на 6 одиниць.

Проте не тільки кількістю заводів, а й їх потужністю відзначився сезон — 153,3 тис. т переробки цукрових буряків за добу в порівнянні із 134,97 тис. т в попередньому сезоні. Розпочався виробничий сезон також раніше ніж минулоріч - 20 серпня із пуском ТОВ «Іллінецький цукровий завод». До початку вересня запустилися ще три заводи, а найпізніше розпочав виробництво ПАТ «2-ий ім. Петровського цукровий завод» — 4-го листопада. Найдовше працював Радехівський цукровий завод – 122 доби і став лідером з виробництва цукру.

За показниками урожайності цей сезон був найкращим за останні 7 років — майже 50 т/га, приміром 2010 р. ми мали вдвічі нижчі - 27,83 т/га. Крім того, ми отримали найкращі за роки незалежності показники цукристості — 17,65%. Якщо розглянути по регіонам, то максимальне накопичення сахарози відмічено в буряках, вирощених у Житомирській (19,65%), Вінницькій (18,54%), Тернопільській – 18,20%, Хмельницькій (17,84%), Львівській (17,72%), Київській (17,69%), Волинській (17,59%) та Черкаській (17,26%) областях. Ще 11 цукрових заводів показали цукристість вищу 18%, а обсяг сировини із низькою цукристістю (15-16%) був мінімальним.

Звичайно, не обійшлося і без невдач. Хоча погодні умови осені були сприятливими для рівномірного копання та вивезення цукрових буряків з полів та забезпечення на заводі 3–5 добового запасу сировини, у грудні 2016 року погодні умови значно погіршилися. Випала чимала кількість снігу та вдарили морози, особливо в Тернопільській, Хмельницькій, Київській областях копання та вивезення цукрових буряків давалося цукровиробникам дуже складно, тому деяким цукровим заводам навіть приходилось зменшувати добову переробку цукрових буряків із-за недостатніх залишків цукросировини. Така робота цукрових заводів збільшила простої і завдала матеріальної шкоди. З огляду на те, що успіх роботи цукрового заводу залежить, в першу чергу, від кількості та якості цукрових буряків, що надходять на переробку, а наступного року ми очікуємо збільшення посівних площ буряків, маємо надію, що наступного сезону кількість простоїв через сировину буде мінімізована.

Загалом за виробничий сезон було прийнято на переробку 13,881 млн т цукрових буряків із цукристістю 17,65% та перероблено 13,661 млн т. Сумарно було отримано 2 007,906 тис. т

цукру при середньому виході на рівні 14,67%. Це досить непоганий показник за останні 5 років.

В першу чергу, варто звернути увагу на покращення ефективності виробництва та збільшення коефіцієнту виробництва цукру, найбільші значення якого спостерігались на ПАТ «Червонський цукровик», ТзОВ «Радехівський цукор (Радехівське в-во)» та ПАТ «Первухінський ц/з».

По-друге, цей сезон можна сміливо назвати плацдармом для розвитку ТзОВ «Радехівський цукор», адже купівля цією компанією підприємств «Галичини цукор» («Т-цукор») доволі сильно змінить розстановку сил як в Західному регіоні так і загалом в Україні.

В 2016/17 МР лідерство за обсягами виробництва цукру залишається «в руках» компанії «Астарта-Київ», яка виробила 504,9 тис. т цукру. На другій позиції розмістилась ТОВ «Укрпромінвест-Агро» (253 тис. т), а замикає чільну трійку ТзОВ «Радехівський цукор» із виробництвом на рівні 248,9 тис. т. З огляду на вищезазначену купівлю із значною ймовірністю можна казати, що за результатами наступного сезону ТзОВ «Радехівський цукор» підніметься на другу позицію в рейтингу найпотужніших виробників цукру.



Рис. 1. Порівняння показників роботи цукрових заводів сезону 2016 року з показниками 2012 року

Наразі все ще триває збір заявок на участь у конкурсі з розподілу обсягів виробництва цукру квоти «А». Ще минулого року у парламенті зареєстровано урядовий законопроект «Про визнання такими, що втратили чинність, деяких законів України щодо державного регулювання виробництва і реалізації цукру» (реєстр. № 4532), яким ми пропонуємо скасувати надмірне регулювання цукрового ринку, яке вже за багато років визнано неефективним. Проте за рік даний законопроект так і не був винесений на голосування, тому ми знову вимушені розподіляти квоти.

Оскільки конкурс ще не завершився, важко спрогнозувати скільки заводів працюватиме наступного сезону. За нашими припущеннями, додатково до працюючих може запуститись ще 2-3 підприємства. Орієнтовно, зараз можна допустити, що будуть працювати заводи, які купив «Радехівський цукор» (скоріш за все Збаражський, Козівський і Хоростківський ц/з). Проте навіть за реалізації цього плану кількість працюючих виробничих потужностей в сезоні не досягне 50 одиниць.

Також, ми неоднократно наголошували, що прогнозуємо збільшення посівних площ під цукровими буряками - орієнтовно 330 тис. га. За сприятливих погодних умов це дасть змогу забезпечити підприємства достатньою кількістю сировини, аби завершити сезон без простоїв і отримати 2,2 млн т цукру, з яких 700 тис. т зможемо експортувати і таким чином встановити новий експортний рекорд.

Пріоритетним напрямком розвитку галузі, як і раніше, залишається збільшення цукру I категорії, частка якого у загальному виробництві має досягнути 50% в 2017/2018 МР та зменшення собівартості виробництва за рахунок мінімізації витрат на енергоносії.

Обладнання Вускау Wolf для цукрової промисловості

Федів Ігор Володимирович – головний технолог

Василенко Олександр Володимирович – керівник проектів

Генеральне представництво BWS Technologie GmbH в країнах СНД

Номенклатуру продукції, що випускається компанією Вускау Wolf, складають вакуумні апарати з 1898, системи екстракції з 1954 року, центрифуги з 1964 року, й стільникові камери нагріву з 1968 року. Продукція німецької компанії Вускау Wolf поставляється по всьому світу: Європа, Африка, Азія, Південна й

Північна Америка, країни СНД. Buskau Wolf є багаторазовим переможцем тендерів на поставку центрифуг у Західній Європі серед інших західноєвропейських виробників аналогічного обладнання.

Компанія Buskau Wolf випускає центрифуги періодичної дії BW 1300 S, BW 1500 S, BW 1750 S, BW 2000 S, BW 2250 S.

Самими затребуваними типорозміром центрифуги періодичної дії в країнах СНД є BW 1500 S. Розмір даної машини дозволяє змонтувати її в існуючу фундаментну раму після ФПН-1251Т-01 чи АРО-1250 без яких-небудь змін фундаментної рами.

Центрифуги періодичної дії

Центрифуги періодичної дії Buskau Wolf були встановлені на Чортківському цукровому заводі та Пальмирському цукровому заводі в Україні в 2006 і 2007 роках, на Отрадинському цукровому заводі, Жердівському цукровому заводі, Колпнянському цукровому заводі, Ржевському цукровому заводі, Валуйському цукровому заводі та Нікіфоровському цукровому заводі в Росії в 2008, 2009, 2010, 2011 і 2012 роках.

Центрифуга періодичної дії BW 1500 S розрахована на завантаження 1500 кг утфелю 1-го продукту і має фактор розділення 1100, що дозволяє досягнути максимального розділення і максимального пробілювання цукру на рівні 98%, що виділяє центрифуги Buskau Wolf на тлі аналогічного обладнання від інших постачальників.

Центрифуга укомплектована асинхронним електродвигуном змінного струму із частотним перетворювачем і функцією рекуперації. Потужність електродвигуна – 184 кВт.

Центрифуга такої комплектації гарантовано виконує 22 цикли за годину. Тривалість циклу становить 163 секунд. При стандартній якості утфелю, згідно технологічного режиму, тривалість циклу може скорочуватися за рахунок скорочення часу на завантаження, часу на просушку цукру й промивання сит після вивантаження. Практика підтверджує, що тривалість циклу може скорочуватися до 155-150 секунд, а то й до 144 секунд. При тривалості циклу в 150 секунд машина здатна виконати 24 завантаження за годину із цим же електроприводом 184 кВт, а при циклі в 144 секунди центрифуга виконує 25 завантажень за годину.

Центрифуги безперервної дії:

Компанія Buskau Wolf також робить центрифуги безперервної дії типу С 2500 КТ/КА/КМ-30, С 3000 КТ/КА/КМ-30° із сухим вивантаженням цукру, з функцією клерування для 2-го, так і для 3-го продуктів, а також афінаційні центрифуги.

Центрифуги безперервної дії Buscau Wolf були встановлені на Жданівському цукровому заводі, Яреськівському цукровому заводі, Ражехівському цукровому заводі та цукровому заводі Білий Колодязь в Україні в 2011, 2012, 2013 і 2016 роках, на Жердівському цукровому заводі і Колпнянському цукровому заводі в Росії в 2009, 2011, 2012 і 2014 роках.

Нова конструкція центрифуги має більш легкий корпус із низкою конструктивною висотою, що забезпечує ергономічність керування, а також міцну, низьковібраційну конструкцію підшипникового вузла з підшипниками більшого розміру й посиленним валом. Приводний двигун і опорний вузол розташовані на одному рівні, що забезпечує їхню нерухомість відносно один одного.

Центрифуги безперервної дії випускаються із сухим вивантаженням цукру, з функцією клерування й з функцією афінації з відповідними маркуваннями КТ, КА, КМ.

Технічні характеристики центрифуг С 3000 дозволяють досягати ефективної продуктивності для: утфелів 2-го продукту до 40 тонн утфелю за годину, для утфелів 3-го продукту до 21 тонни утфелю за годину, і для підготовки афінаційного утфелю до 32 тонн утфелю за годину.

Центрифуги безперервної дії Buscau Wolf є лідерами по продуктивності, енергоефективності і низьким експлуатаційним витратам. У результаті, центрифуги безперервної дії Buscau Wolf, є високопродуктивними і простими в експлуатації машинами для ефективної переробки утфелів 2-го і 3-го продуктів, а також для підготовки афінаційного утфелю.

Висновки. В останні роки центрифуги періодичної й безперервної дії німецької компанії Buscau Wolf усе більш і більш упевнено займають своє гідне місце на ринках України й Росії.

Згурівський цукровий завод, Андрушківський цукровий завод і цукровий завод Білий Колодязь вже підписали контракти на 2017 рік на придбання сумарно 6-ти центрифуг періодичної дії і 3-ох центрифуг безперервної дії Buscau Wolf.

Цукрові заводи як України, так і Росії усе більш і більш переконуються в надійності центрифуг від компанії Buscau Wolf, їхньої високої технологічності, ергономічності й енергоефективності. Про це свідчать обсяги продажів центрифуг від Buscau Wolf, за кожний рік.

Енергозбереження при використанні дифузійних установок різних типів

Ладановський Михайло Іванович – заступник генерального директора

Верхола Леонід Арнольдович - к.т.н., головний інженер проекту ТОВ «Теплоком»

Сьогодні найважливіше завдання вітчизняної бурякоцукрової промисловості – енергозбереження. Тому аналіз впливу конструкції та режиму роботи дифузійних установок на витрати палива є актуальним напрямком досліджень з метою обґрунтування технічних рішень з модернізації цукрових заводів.

Наша робота базується на виробничих даних дифузійних установок різних типів та даних виконаних робіт з модернізації теплових схем. Застосовано математично-статистичні методи та спеціальні методики визначення ефективності пресово-дифузійних установок. Теплотехнічні показники визначено за допомогою імітаційних програм власної розробки.

Вилучення цукру на сучасних заводах відбувається в установках великої одиничної потужності, які є унікальним обладнанням, що не має аналогів. Маса цих апаратів сягає сотень тон, встановлена потужність – сотень кіловат.

Застосовується дифузійно-пресовий метод. Спочатку цукор зі стружки екстрагується водою в протитечійному режимі. У сучасному колонному апараті тривалість процесу становить 130...150 хв., і при продуктивності 6000 т/добу в ньому одночасно знаходиться 625 т стружки, поверхня якої становить 750000 м². При цьому дифузійний потік відносно невеликий: ~15 мг/(с×м²).

На другій, пресовій, стадії стружка (жом) піддається стисканню до 10 атм. При цьому через сітчасті обичайки відділяється 70...80% рідини, що міститься в клітинах.

Сумарно вилучається ~98% цукру: ~92% в дифузійному апараті, ~6% в пресах.

Для дифузійного вилучення молекул цукру їх концентрація в дифузійному соку завжди повинна бути меншою, ніж у стружці. Збільшення відбору соку підвищує різницю концентрацій - рушійну силу процесу. Збільшення часу перебування стружки дозволяє пропорційно знизити різницю концентрацій.

Ефективність екстракційної установки виражається співвідношенням між кількістю вилученого цукру і середньої різницею концентрацій протягом процесу. Цю величину називають числом одиниць перенесення (NTU) або кількістю теоретичних ступенів обміну. Для промислової дифузійної

установки NTU відповідає кількості ідеальних протитечійних змішувань, які були б потрібні, щоб виробляти той же дифузійний сік з тими ж втратами цукру, що і установка яку оцінюють.

З невеликими допущеннями дифузійно-пресовий процес так само може оцінюватися загальним NTU, що дорівнює сумі одиниць перенесення дифузійної та пресової стадій. Для дифузійно-пресових установок, які застосовуються у бурякоцукровій промисловості, сумарна NTU становить від 8 до 30.

При однаковій початковій цукристості стружки і втратах цукру в жомі для більш ефективних дифузійних установок з високим NTU зміст СР в дифузійному соку буде більшим. Відповідно, менше енергії буде витрачатися при згущенні цього соку до сиропу, і менше буде загальні витрати палива на виробництво цукру (рис 1.)

З наведених даних по витратах палива бачимо, що конкурентоздатність цукрового заводу у довгостроковій перспективі забезпечить застосування дифузійної установки з ефективністю не меншою за NTU=18...20 од.

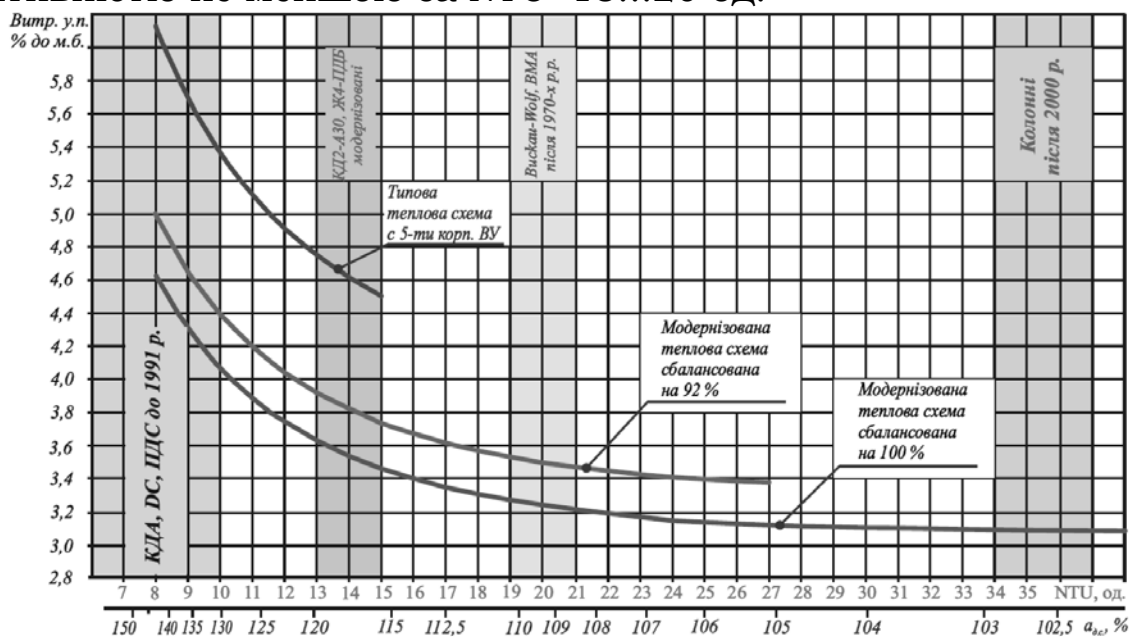


Рис. 1. Залежність витрат палива від ефективності дифузійної установки

За ефективністю існуючі дифузійні установки розподіляються так:

А. Апарати ДС, ПДС, КДА без повернення жомопресової води NTU=8...9 од.

В. Оснащені сучасними АСУТП апарати ДС, ПДС, КДА з пресами глибокого віджиму NTU=13...15 од.

С. Сучасні колонні "ВМА", "Вискау-Волф", "Maguin" які оснащені сучасними АСУТП з управлінням питомим наповненням стружкою робочого об'єму NTU>20.

D. Колонні із збільшеними висотою та тривалістю процесу - NTU=34...37.

У практиці застосовуються різні методи модернізації дифузійних апаратів.

Глибоке пресування жому до вмісту CP до 28...32 % дає обмежений ефект, збільшуючи сумарне NTU в 1,30...1,35 рази. Таким чином апарати DC, ПДС, КДА не можуть досягти необхідної ефективності навіть при оснащенні потужними пресами.

Оснащення протитечійними ошпарювачами застосовується також для апаратів ротаційного та двошнекового типів і забезпечує досконалий протитечійний теплообмін між стружкою та соком Але збільшення ефективності екстракції при застосуванні ошпарювача з апаратами DC, ПДС та RT обмежується 1,5...2,0 од. і не забезпечує досягнення цими апаратами необхідної ефективності.

Збільшення тривалості процесу є найбільш дієвим методом. Для колонних апаратів це досягається збільшенням активної висоти до 25 м. Для апаратів, що були в експлуатації, виготовляються і монтуються додаткові нові царги. Така модернізація активно застосовується для колонних апаратів "ВМА", "Вискау-Wolf" і дозволяє досягнути високих значень NTU. Для колонних апаратів КДА та ЕКА через їх малу активну висоту (~12 м) цей метод не даватиме значного ефекту.

Для апаратів DC можливе збільшення тривалості процесу на 20 % за рахунок додавання однієї секції (застосовується у США).

Базуючись на проведених дослідженнях, фірма "ТЕПЛОКОМ" розробила методіку та комплекс програм, що дозволяють визначати ефективність існуючих дифузійно-пресових установок та розробляти оптимальні методи їх модернізації з одночасною адаптацією теплової схеми цукрового заводу.

Сушка жома паром под давлением

Арне Слот Йенсен – директор

Александр Бондарь, – руководитель проектов EnerDry, Дания.

История разработки паровой сушилки. Традиционно свекловичный жом сушится во вращающихся барабанных сушках, в которых происходит сжигание нефти, газа или угля. Затраченная энергия на сушение улетучивается в трубу, а также приводит к загрязнению атмосферы частицами пыли и

продуктами сгорания. В начале 80-х датские инженеры задумались об альтернативных решениях для улучшения ситуации.

Суть идеи состояла в следующем: если жом осушается в закрытом сосуде, куда подаётся жом и одновременно подаётся необходимое тепло, то будет возможно удаление влаги из жома в форме пара с давлением в 3,5 бара, который используется для производства сахара. См.Рис 1

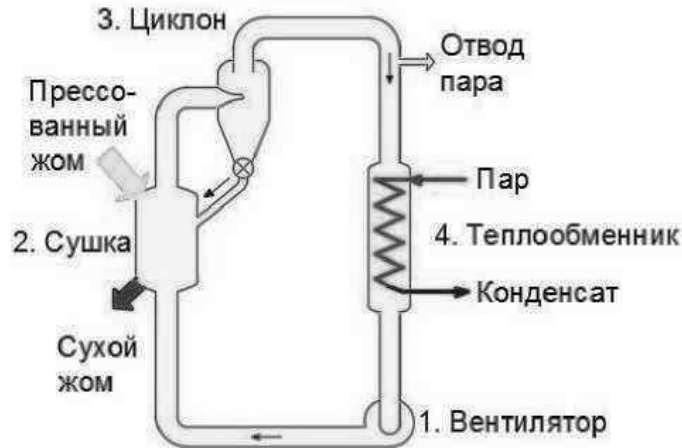


Рис. 1. Принципиальная схема сушки жома паром в закрытом сосуде

Энергию получаемую в паре из жома используют на выпарной станции для производства сахара. (см. рис.2) Таким образом достигается рекуперация использованной энергии и так же не проходит никаких выбросов в атмосферу.

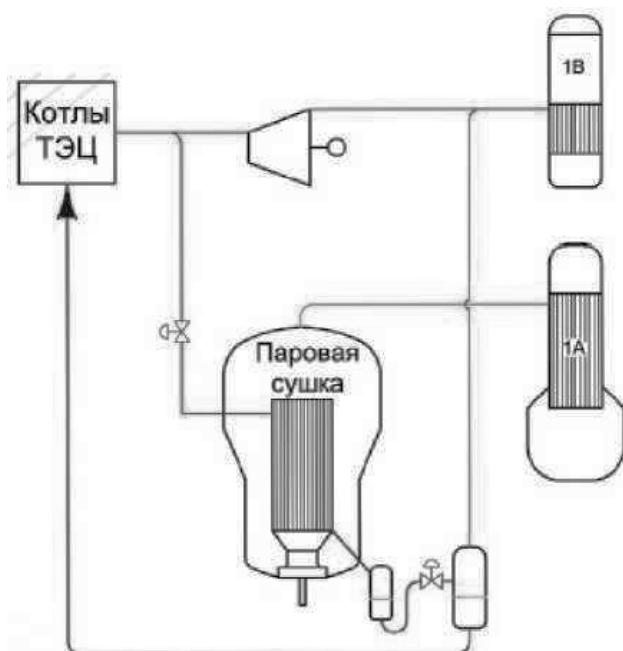


Рис. 2. Интеграция паровой сушилки в схему существующего сахарного завода

Исследовательские работы на сахарном заводе в г.Стеге, Дания велись с 1981 года по 1983 год, после чего была построена пилотная установка, а к 1985 году был создан промышленный прототип и к 1987 удалось достичь хорошей и стабильной эксплуатации. В 1990 году была продана первая коммерческая установка во Францию, г. Нанжи. В 2017 году в мире построены 32 Паровые сушилки датского образца и 3 в процессе реализации.

Принцип работы паровой сушилки: Отжатый жом после прессов глубокого отжима подаётся в паровую жомосушку через загрузочный поворотный клапан и через загрузочный шнек в сосуд под давлением. Единственным движимым элементом в паровой жомосушке является основной вентилятор (1). Он приводит к циркуляции перегретого пара через теплообменник (4), через перфорированное округлое днище, к циркулирующему псевдооживленному слою в форме кольца. В псевдооживленном слое жом поддерживается в "текущем" циркулирующем состоянии. Направляющие пластины заставляют жом двигаться вперед в псевдооживленном слое, пока он не поступит в выгрузочный шнековый конвейер и выходит из жомосушки в виде сухого жома через выгрузочный поворотный клапан. Более легкие частицы поднимаются потоком вверх между секционными пластинами. Из-за снижения скорости перегретого пара в конической части сосуда высокого давления частицы падают вниз на вперед направленные наклонные пластины и скользят вперед в сосуде под давлением. Таким образом легкие частицы движутся вперед в жомосушке, и выгружаются через выгрузочный поворотный клапан. Циркулирующий пар проходит вверх через верхнюю цилиндрическую часть в главный циклон (3), где мелкая пыль отделяется от пара. При циркуляции пара в главном циклоне, мелкая пыль вытесняется в боковой циклон, и вниз, в выгрузочный шнековый конвейер. Отсюда пыль выходит из сосуда под давлением вместе с высушенным свекловичным жомом. В главном циклоне очищенный от пыли пар разделяется на две части. Первая часть, чтобы поддерживать паровую жомосушку в действии, находится в контакте с теплообменником (4), где он снова нагревается паром, подаваемый через входной штуцер пара высокого давления направляясь вниз по трубам теплообменника (4). Острый же пар конденсируется в теплообменнике и выходит из паровой жомосушки через штуцер отвода конденсата. Вторая часть полученного пара из паровой жомосушки покидает сосуд через штуцер отвода испаренного пара и

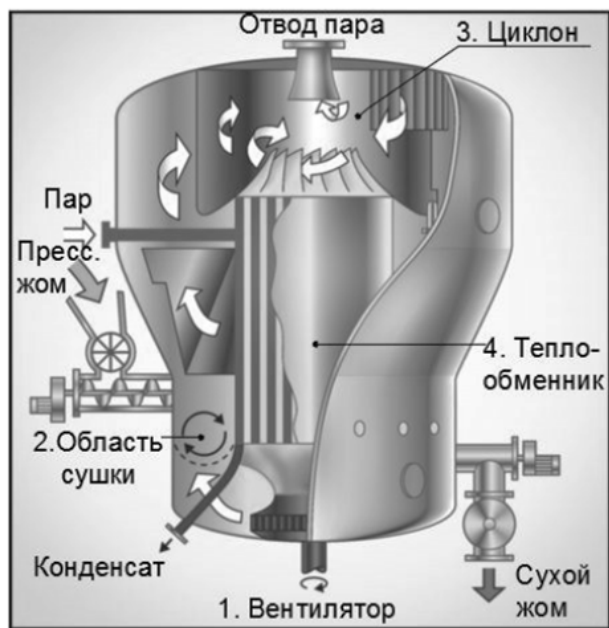


Рис. 3. Конструкция паровой сушилки

заставляют жом двигаться вперед в псевдооживленном слое, пока он не поступит в выгрузочный шнековый конвейер и выходит из жомосушки в виде сухого жома через выгрузочный поворотный клапан. Более легкие частицы поднимаются потоком вверх между секционными пластинами. Из-за снижения скорости перегретого пара в конической части сосуда высокого давления частицы падают вниз на вперед направленные наклонные пластины и скользят вперед в сосуде под давлением. Таким образом легкие частицы движутся вперед в жомосушке, и выгружаются через выгрузочный поворотный клапан. Циркулирующий пар проходит вверх через верхнюю цилиндрическую часть в главный циклон (3), где мелкая пыль отделяется от пара. При циркуляции пара в главном циклоне, мелкая пыль вытесняется в боковой циклон, и вниз, в выгрузочный шнековый конвейер. Отсюда пыль выходит из сосуда под давлением вместе с высушенным свекловичным жомом. В главном циклоне очищенный от пыли пар разделяется на две части. Первая часть, чтобы поддерживать паровую жомосушку в действии, находится в контакте с теплообменником (4), где он снова нагревается паром, подаваемый через входной штуцер пара высокого давления направляясь вниз по трубам теплообменника (4). Острый же пар конденсируется в теплообменнике и выходит из паровой жомосушки через штуцер отвода конденсата. Вторая часть полученного пара из паровой жомосушки покидает сосуд через штуцер отвода испаренного пара и

используется в качестве пара для первой ступени выпарной станции. Производительность паровой жомосушки зависит от давления подаваемого пара. При подаче пара при более высоком давлении, достигается более высокая температура циркулирующего пара, и тем самым производительность паровой сушки увеличивается с определённым диапазоном для разных размеров.(см. Рис 4)

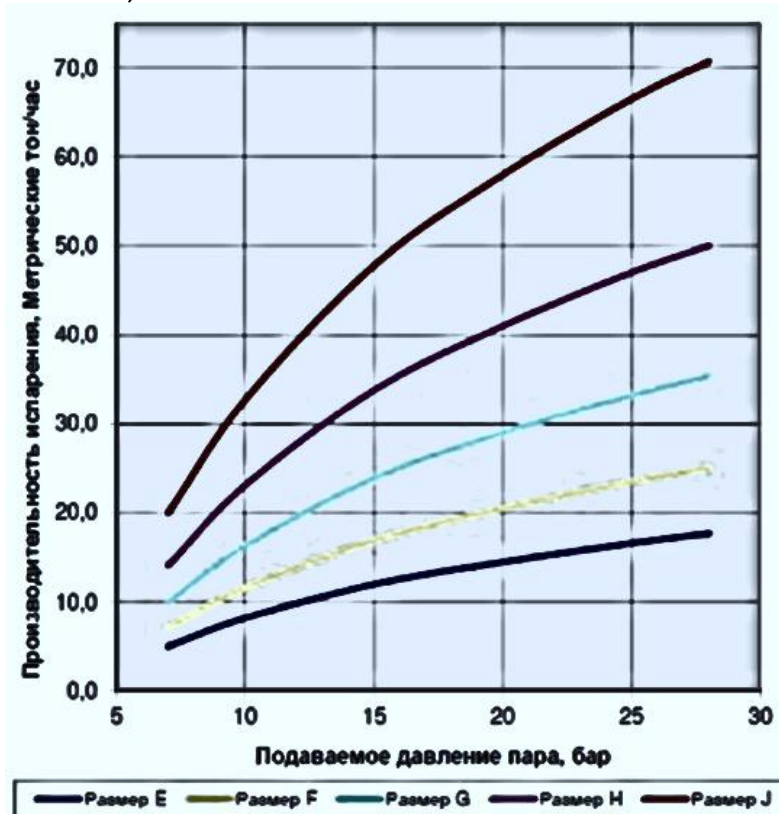


Рис. 4. Производительность испарения в зависимости от давления подаваемого пара

Энергетический баланс паровой сушилки. В классической барабанной сушилке поступающая для процесса сушки энергия безвозвратно утеряна. На Рис. 5 показан сравнительный анализ потребления энергии барабанной и паровой сушилки.

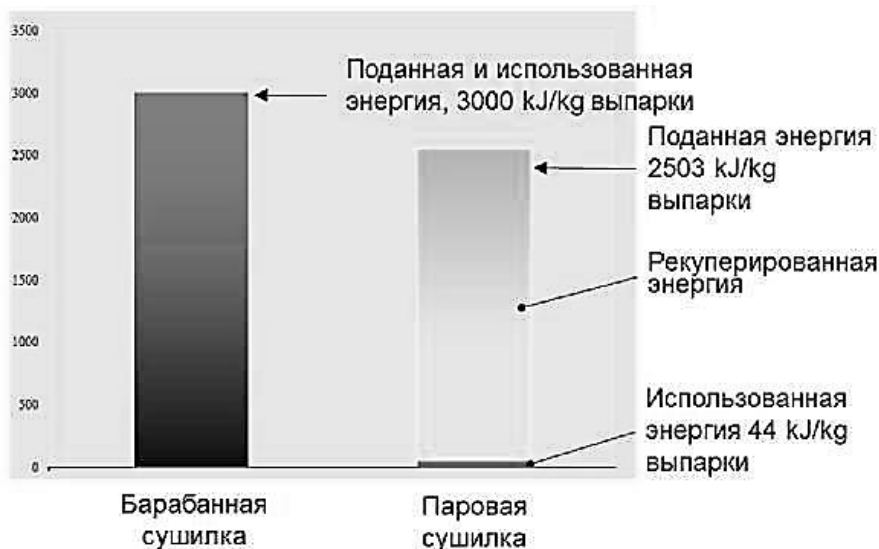


Рис. 5. Сравнительный энергетический анализ паровой и барабанной сушилки

Красный столбик отобразит энергию потраченную на барабанную сушилку. Колонка справа показывает энергию затраченную на паровую сушилку. Голубая колонка немного меньше чем красная, но самое главное, что почти вся энергия вновь используется. Маленькое красное поле справа показывает потери энергии на паровой сушилке. Они обусловлены в основном потерей тепла через внешние стенки.

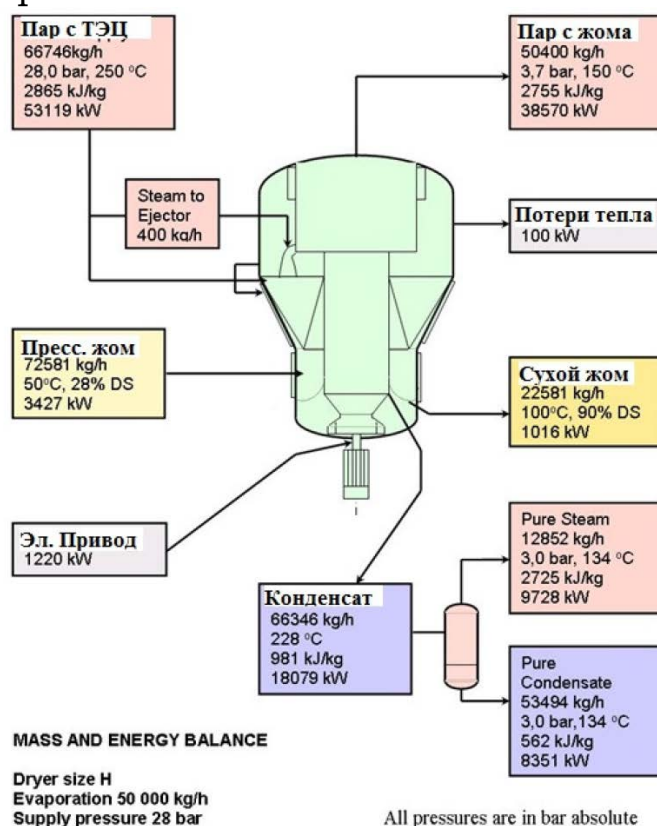


Рис. 6. Баланс энергии и масс паровой сушилки жома

На рис. 6 показан баланс энергии и масс из которого видно, что в установку подаётся 66,7 тон острого пара в час с давлением 28 бар и из установки выходит 50,4 и 12,9 - итого 63,3 тонны пара с давлением 3,7-3 бара, который используется для выпарки. После конденсирования острого пара в паровой сушилке конденсат вновь возвращается на ТЭЦ. Таким образом количество энергии, которая подаётся на установку равняется энергии, выходящей из установки. Иными словами паровая сушилка не является потребителем энергии, а лишь одалживает энергию для процесса и возвращает её обратно в преобразованном виде с пониженными параметрами пара.

Давайте рассмотрим энергетический баланс на заводе, где используется барабанная сушилка. (Рис. 7) Потеря энергии составит 47,6 МВт, что при общей мощности завода в 167,5 МВт равняется 28,4 % мощности. Если барабанная сушилка заменена паровой

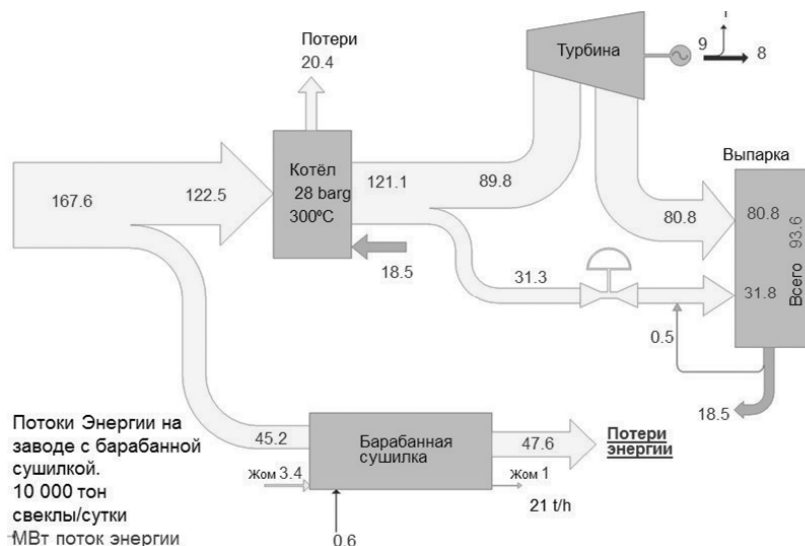


Рис. 7. Поток энергии на заводе с барабанной сушилкой жома

Рис. 7 Поток энергии на заводе с барабанной сушилкой жома (рис. 8), то энергия на выпарку подаётся в том же количестве как и прежде. Вся энергия, которая раньше затрачивалась на барабанную сушилку сэкономлена. Помимо этой энергии сокращено количество потребление энергии на котлах. Сокращено потребление со 122 до 115МВт. Это может быть очень удивительно, но этому есть пояснение: электрическая энергия привода вентилятора паровой сушилки конвертирована в тепловую энергию, производство электроэнергии сокращено, тепловая энергия в жоме с температурой 50°C с повышенным потенциалом в виде пара ушла на выпарку.

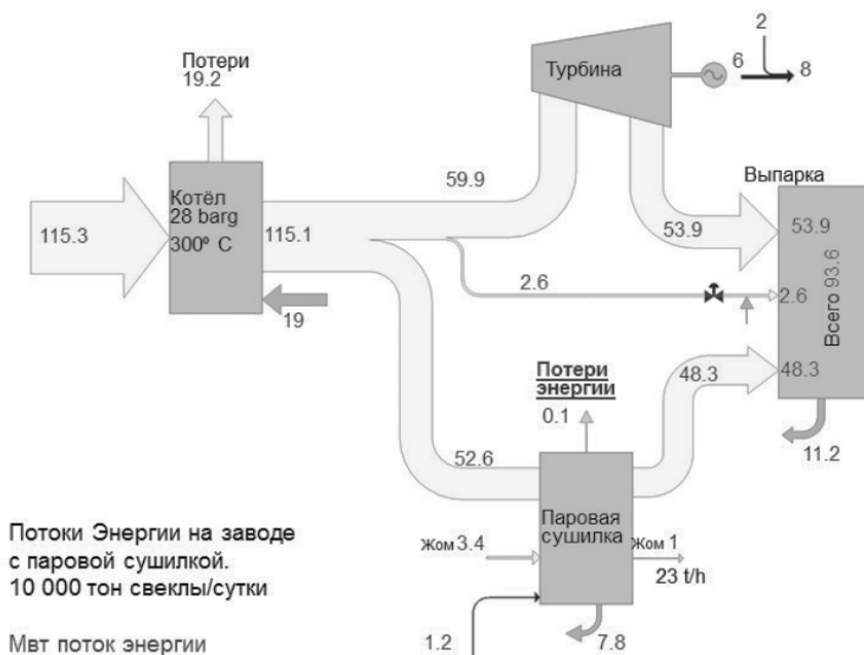


Рис. 8. Поток энергии на заводе с паровой сушилкой жома

Высушенный паровой жом: больше и лучше. При сушке жома в барабанных сушилках имеет место потеря сухого вещества (СВ) (см. Рис.9) Картина показывает сбор данных из барабанной сушилки где СВ, как функция входящей температуры газов в барабанную сушилку. Все данные- это точки, которые показаны внури красного поля. Таким образом при 900 °С потери в барабанной сушилке составляют 6-12 % СВ.

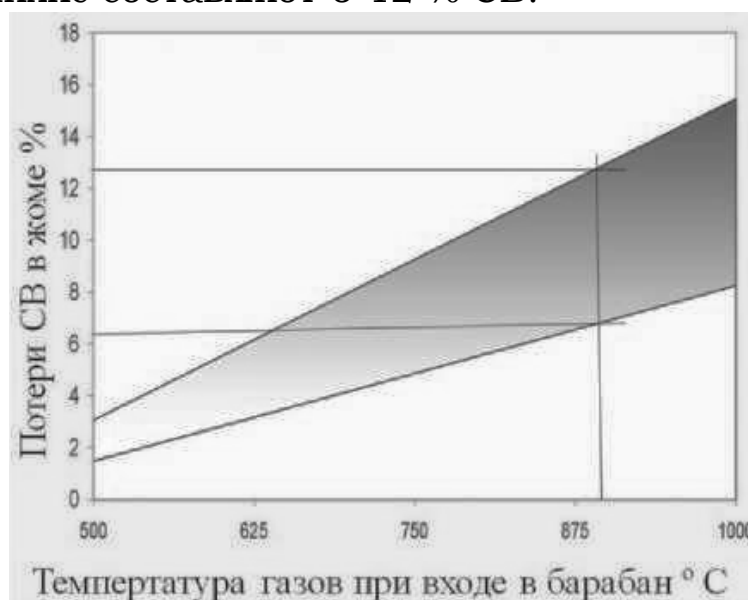


Рис. 9. Потеря СВ в барабанных сушилках

Используя паровую сушку жома, потерь сухого вещества нет. К тому же с жомом происходят изменения в процессе осушения паром под давлением в бескислородной среде. Исследования Копенгагского Унивирситета показывают что, за время прохождения парового жома через пищевую систему у жвачных

животных, таких как молочные коровы, усваивается на 35-50% больше питательных веществ из парового жома по сравнению с жомом из барабанных жомосушек.

Сушка жома паром-лучистая альтернатива биогазу. В тонне свеклы содержится порядка 150 кг сахара, которые можно получить в виде сахара и мелассы. Мякоть в свекле составляет порядка 5,5 % или 55 кг/ или же порядка 250 кВт-ч энергии на тонну свеклы. Если высушенный на паровой сушилке жом использовать как топливо для котлов, то можно полностью покрыть потребности сахарного завода в энергии, включая паровую сушилку. Завод в Европе с средним потреблением энергии в 170 кВт-час энергии на тонну переработанной свеклы. Это означает, что при таких же параметрах расхода, завод может полностью обеспечить себя энергией и ещё останется жом на продажу (рис. 10). В случае с биогазом из жома можно едва ли покрыть половину потребности энергией сахарного завода. Сжигание жома в угольных котлах было опробовано на одном из немецких заводов в течение 10 дней, но экономически это не целесообразно. Когда завод уже получил сухой жом, то куда более выгодно продать его как корм и приобрести традиционной топливо в виде газа или угля для покрытия энергетических нужд.



Рис. 10. Схема использования жома как топлива для сахарного завода

Выводы. Сушка жома паром в закрытом сосуде под давлением имеет массу энергетических, экологических и экономических преимуществ по сравнению с известными способами утилизации свекловичного жома. Сахарные заводы будущего сложно представить без таких установок, если завод заинтересован в конкурентном преимуществе.

Список литературы

1. Arne Sloth Jensen and B Morin. Energy and Environment in Beet Sugar Production. Reims, France, May 2015. Sugar Industry, 140. 2015 p. 697-702.

2. Arne Sloth Jensen: Latest developments in drying technology for beet pulp. Sugar Industry / Zuckerindustrie132 (2007) No 10. 748-755.

3. Arne Sloth Jensen and Kasper Larsen: The Development of Large Pressurized Fluid Bed Steam Dryers from Fundamental Research to Industrial Plants. (IDS 2014), Drying Technology, Volume 33, p. 1631-1643. Taylor & Francis Group, LLC.

Примеры внедрения техники Festo на сахарных заводах Украины и России

Бережко Костантин Іванович –специалист Фесто

Вступление. Мы помогаем решить следующие вопросы на сахарных заводах:

1) Поставка пневмоприводов и позиционеров для дисковых затворов баттерфляй и шаровых кранов, которые широко используются в технологии производства сахар.

2) Оптимизировать систему подготовки и разводки сжатого воздуха (фильтры регуляторы, влагоотделители, коллекторы)

3) Покажем пример неправильного подбора пневмоприводов для арматуры и вариант решения проблемы с помощью усилителя давления DPA (реализовано на Червоненском сахарном заводе).

4) Покажем примеры построения системы управления на базе электропневматических терминалов СРХ-МРА.

ДП «Фесто» является дочерним предприятием немецкой компании Festo. Последние 5 лет мы активно посещали сахарные заводы и инжиниринговые компании, чтобы лучше понять потребности на сахарных заводах. Мы выделили ряд наших продуктов, которые особенно интересны на заводах и уже активно используются в процессе производства практически на каждом сахарном заводе.

Компания Festo 4 года назад разработала позиционер для управления арматурой. Данный позиционер имеет на сегодняшний день лучшую цену на рынке Украины и предлагает следующие характеристики:

- управление 4 (0)...20мА, 0...10В;

- обратная связь по положению (4...20 мА); Позволяет получать 100% реальные данные по положению арматуры и исключать ошибки при управлении процессом.

- два дискретных свободно конфигурируемых выхода;
- настройка работы линейная характеристика или равнопроцентная;
- автообучение;
- локальное ручное управление в аварийном режиме;

Позиционер не требует постоянного расхода воздуха в отличие от позиционеров, работающих по принципу сопло-заслонка.

Данные позиционеры уже работают на Юзовофо-Николаевском, Новооржицком, Староконстантиновском заводах.

Мы также предлагаем для управления арматурой оптимальные по цене датчики положения SRBC и управляющие распределители VSNC. Мы сертифицировали в Украине наши взрывозащищенные катушки и датчики положения для управления арматурой по нормам АТЕХ.

На Червоненском заводе на выгрузке 2 и 3 продукта на вакуум аппаратах была проблема с открытием дисковых затворов ДУ400. Это типичная проблема на сахарных заводах, где давление сжатого воздуха опускается до 5 бар и типоразмеры пневмоприводов арматуры были выбраны без запаса по крутящему моменту. Замена пневмоприводов на больший типоразмер дорогостоящий подход. Мы предложили им использовать наш усилитель давления DPA. Сезон 2016 года показал, что проблема решена. Раньше 4 раза в смену приходилось «помогать» открывать арматуру на выгрузку. Усилитель давление увеличивает входное давление в 2 раза, таким образом выставив давление на выходе на 8 бар, крутящий момент существующих пневмоприводов увеличился на 30%.

На Ждановском, Гайсинском сахарных заводах была проблема продувки – регенерации фильтров. Существующие фильтры сжатого воздуха не пропускали требуемый, для эффективной продувки, объем воздуха. Предложенные нами фильтры серии MS9-LF решили эту проблему. При той же резьбе G1 они обеспечивают в 2-3 раза большую пропускную способность, чем аналогичные фильтры других производителей.

На сегодняшний день мы работаем с основными производителями дозаторов сахара в мешки: Сведа, Механотрон, Техноваги. Мы обеспечиваем замену изношенных пневматических комплектов для этих дозаторов.

В нашей номенклатуре также есть оптические датчики и счетчики, на основе которых можно реализовать учет упакованных мешков.

Мы также предлагаем датчики давления и расхода.

Наши индуктивные датчики широко используются при модернизации центрифуг.

Мы предлагаем пневмотрубки для сахарных заводов двух типов:

- PEN из полиэтилена - оптимальная по цене трубка для применений до 60 С

- PAN-MF из полиамида - для применений до 100 С

Наши пневмоцилиндры могут иметь различные исполнения: стандартные, со специальной защитой от налипания на шток, для работы в зоне с повышенной температурой (до 200С).

В случае использования пневматики на улице в зимнее время мы предлагаем адсорбционные осушители воздуха, которые обеспечивают точку росы минус 40С на выходе. Таким образом в воздухе не остается влаги, которая может замерзнуть и привести к неполадкам в работе пневмооборудования, установленного на улице.

Festo также предлагает мембранные, седельные клапана для подачи воды, пара.

Седельные клапана в отличие от шаровых кранов имеет ресурс порядка 300 000- 1 000 000 циклов. А шаровые краны имеют ресурс около 20-50 000 циклов.

Наши пережимные клапана VZQA отлично работают с абразивными средами (известковое молоко). Они могут использоваться для отбора проб. Есть исполнения с ДУ 8,15 и 25 мм. Планируется также исполнение с ДУ 50 мм.

Мы также предлагаем наши пропорциональные регуляторы давления VPPM для управления позиционерами пневмо-пневмо.

У нас есть линейные привода PDFI со встроенной измерительной линейкой, которые вместе с позиционерами CMSX позволяют реализовать линейные следящие привода с обратной связью по положению.

Пневмоострова VTUG это идеальное решение по монтажу распределителей в шкафу управления. Их компактность, отличная цена, встроенная индикация включения катушек, встроенная защита от выбросов индуктивности катушек на выхода контроллера позволяют реализовывать недорогие, надежные, удобные в эксплуатации, компактные шкафы управления.

Распределенная система управления на базе электропневматических терминалов CPX-MPA уже широко используется в Украине на пивзаводах, маслоэкстракционных заводах, табачных фабриках. А также на сахарных заводах в России (Успенский, Тимашевский и другие). Данная платформа имеет отличное соотношение цена/за вход-выход. Поэтому уже

сейчас инжиниринговые компании Саутком, ТМА, Инвестпромхоз планируют их использовать в своих проектах.

Наши комплектующие также используются на участках водоподготовки для котельного оборудования.

Компания предлагает курсы повышения квалификации по

- программированию контроллеров Сименс, Фесто
- пневматике
- гидравлике

Технологическая схема энергоэффективного производства пищевого спирта с блоком обезвоживания

Щуцкий Игорь, Галузинский Олег – ТОВ «Производственная группа «Техинсервис»

Вступление. Актуальность темы обусловлена повышением на рынке пищевого спирта требований к его физико-химическим и органолептическим свойствам, а также стремлением современных предприятий, производящих пищевой спирт, минимизировать производственные затраты тепловой энергии.

Материалы и методы. В ходе исследований были проанализированы основные азеотропные смеси входящие в состав полупродуктов производства спирта. На основании полученных данных была смоделирована теоретическая модель разделения этилового спирта и примесей, входящих в его состав для чего использовался программный комплекс Manufacturing Group Techinservice с использованием термодинамических базисов моделей UNIQUAC и NRTL. Для экспериментальных исследований всех стадий процесса разделение этилового спирта и примесей, входящих в его состав, была использована пилотная установка Manufacturing Group Techinservice.

Результаты. В результате теоретических исследований и расчётного моделирования было определено, что «промежуточные» и «конечные» примеси входящие в состав этилового спирта, после его обезвоживания теряют свои «двойные» свойства и с точки зрения характеристик летучести и коэффициента ректификации приобретают свойства «головных» и «хвостовых» примесей, что было подтверждено экспериментальными исследованиями. В результате первичной перегонке зерновой бражки был получен бражной дистиллят с следующим содержанием основных компонентов: спирт – 40,0 об.%; эфиры – 400 мг/л; альдегиды –

100 мг/л; висшіе спирты – 4000 мг/л; метанол – 200 мг/л. После обезвоживания полученного бражного дистиллята методом «varog permeation through the zeolite membrane» и его очистки от «хвостовых» примесей на массообменной колонне был получен этиловый спирт с следующим содержанием основных компонентов: спирт – 99,8 об.%; эфиры – 720 мг/л; альдегиды – 76 мг/л; висшіе спирты – 0,6 мг/л; метанол – 144 мг/л. После очистки полученного спирта от «головных» примесей на массообменной колонне был получен этиловый спирт с следующим содержанием основных компонентов: спирт – 99,8 об.%; эфиры – 0,4 мг/л; альдегиды – 0,4 мг/л; висшіе спирты – 0,7 мг/л; метанол – 1,5 мг/л.

Выводы. В результате исследований была разработана технология производства пищевого спирта, с блоком обезвоживания в соответствии с патентом на полезную модель №97457 от 10.03.2015, с промышленным внедрением в 2016 году на производительности 60000 литров в сутки (по готовому продукту).

Про нагрівання дифузійного соку утфельною парою.

Петренко Валентин Петрович - к.т.н., доцент

Бойко Володимир Олександрович - к.т.н., доцент

Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки НУХТ

Мельник Віктор Андрійович – директор НВП «Енерготехнологія»

Запропонована ефективна компактна та зручна в експлуатації конструкція теплообмінного апарата на утфельній парі. Надані результати моделювання нагрівання дифузійного соку в теплообміннику в залежності від довжини трубних пучків.

На сучасних цукрових заводах температура дифузійного соку в теплий період сокодобування не перевищує 25 – 32 °С, а за помірних зовнішніх температур – 20 – 24 °С. При розрідженні на конденсаторі 0,82 бар температура насичення утфельної пари 57,8 °С, а кількість рекуперованої теплоти на нагрівання до температури 55 °С дифузійного соку витратою 115 %, сягає 150 кДж/кг бур., або 4,5% пари до м.б., що складає третину навантаження конденсатора вакуум-апаратів 1 кристалізації.

Існуючі підігрівачі дифузійного соку, в яких здійснюється нагрівання дифузійного соку, (Теплоком, Техінсервіс, ТМА) конструктивно складаються з розміщених у загальному корпусі

одноходових трубних пучків, з'єднаних між собою округлими відводами. Така конструкція не створює значного аеродинамічного опору і дозволяє перепускати через трубні пучки всю надлишкову пару із вакуум-апаратів на конденсатор. Фірма УМАР запропонувала конструкцію з одноходовими трубними пучками в окремих корпусах, подібно секційним теплообмінникам, але з повздовжнім обтіканням парою трубних пучків. Основний потік пари, при цьому, байпасується, оскільки секції мають значний аеродинамічний опір. Застосовуються також багатоходові решофери з поперечним обтіканням труб.

Доцільність застосування тієї, чи іншої конструкції підігрівачів на utfельній парі можна проаналізувати на основі даних досліджень інтенсивності тепловіддачі при конденсації розрідженої пари з незначним вмістом повітря (до 0,1%) на пучку труб [1]. Згідно [1] визначальний вплив на інтенсивність теплообміну за даних умов має величина вентиляційного потоку – перші ряди труб не відчували впливу інертних газів (100% вентиляційний потік), на останніх (6 ряд) – інтенсивність тепловіддачі знизилася на порядок (17% вентиляційний потік). Оскільки utfельна пара містить інертні гази (внаслідок підсосів та періодичного відсмоктування повітря після запуску вакуум апарата в роботу), ефективними видаються конструкції з повним транспортуванням потоку utfельної пари через корпус підігрівача, без байпасування, наприклад, підігрівачі фірм Теплоком, Техінсервіс, ТМА. Теплообмінники на базі решоферів повинні мати великі вікна для проходження пари та проріджені трубні пучки з метою зменшення аеродинамічного опору і безбайпасного перепуску всього потоку пари через міжтрубний простір на конденсатор. Конструкція теплообмінника з одноходовими трубними пучками в окремих корпусах внаслідок значного аеродинамічного опору передбачає обов'язкове байпасування основного потоку пари мимо підігрівача, тому ефективність нагрівання в таких підігрівачах найнижча.

Певним недоліком підігрівачів фірм Теплоком, Техінсервіс та ТМА є незручність в процесі їх очищення та громіздкість, оскільки одноходові секції з'єднані округлими відводами і тому розміщені на значній відстані одна від одної. За даних умов з метою зменшення діаметра корпусу теплообмінника застосовують довгі (9 м) теплообмінні труби, що і зумовлює їх громіздкість та ускладнює процес очищення.

НВП Енерготехнологія запропонувала компромісний варіант конструкції теплообмінника з довжиною труб 4,5 м (9 метрова труба розрізається навпіл), з дво-, або чотири-ходовими

теплообмінними трубними секціями розміщеними в загальному корпусі, рис.1

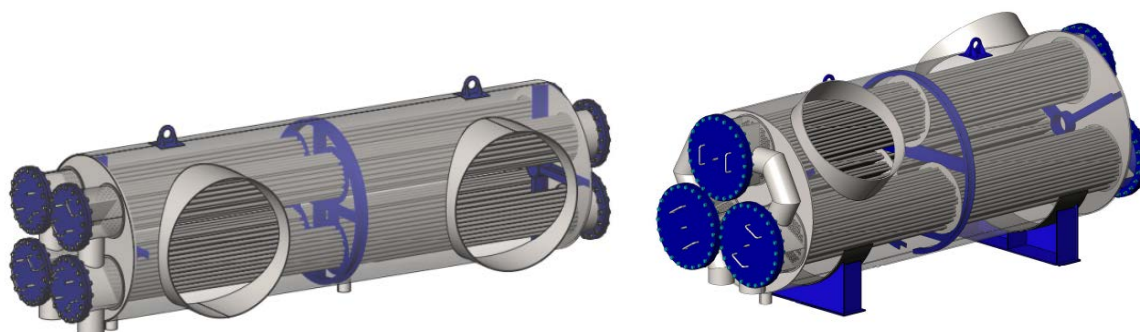


Рис. 1. Підігрівачі на утфельній парі конструкції НВП «Енерготехнологія»
а. 8 ходовий; б. 12 ходовий

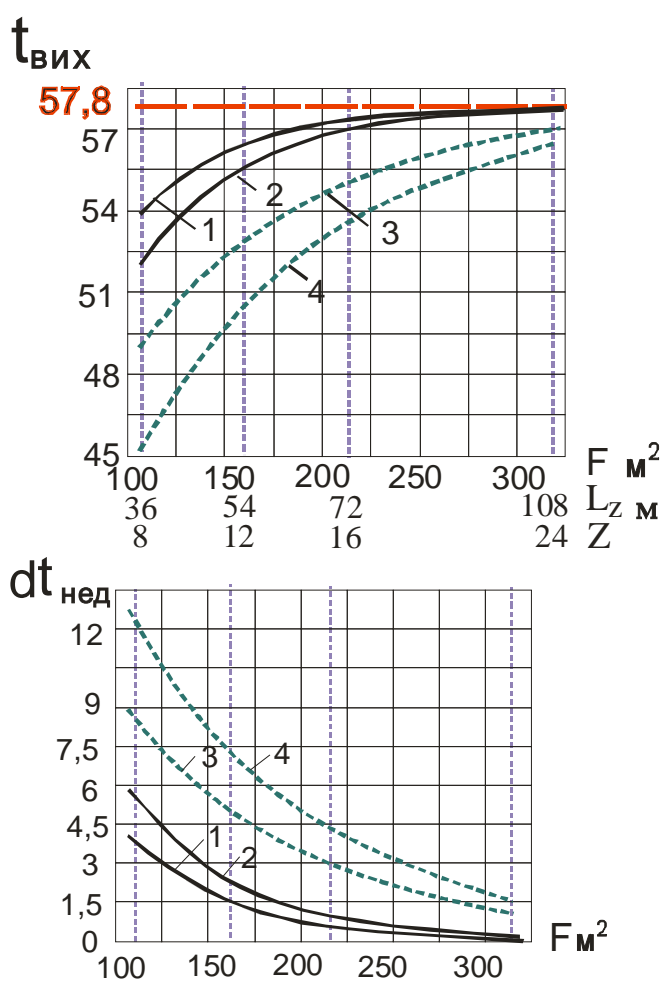


Рис. 2. Залежність температури соку на виході з теплообмінника (а) та величини недогрівання соку до температури насичення пари (б) від довжини трубних пучків L_z

Конструкція підігрівача дозволяє перепускати через себе весь потік утфельної пари і по тепловій ефективності він аналогічний теплообмінникам фірм Теплоком, Техінсервіс та ТМА, але компактніший, зручніший при очищенні та монтажі.

Результати моделювання процесу нагрівання дифузійного соку утфельною парою при розрідженні 0,82 бар (температура насичення 57,8 °С) для заводу потужністю 3000 тонн/добу з відкачкою 115 % з трубними пучками, що забезпечували швидкість руху соку 1,8 м/с на чисту поверхню та 2,06 м/с при наявності відкладень товщиною 1 мм наведено на рис.2. Де: 1 – температура дифузійного соку на вході в ТО $t_{ex} = 32$ °С; 2 – 22 °С. 3,4 – те саме при товщині відкладень 1 мм.

Вертикальні лінії на графіках

вказують на варіантність компоновки теплообмінника по кількості секції Z , відповідно, – 8, 12, 16, 24.

Як видно з температурних кривих на рис.2, один 8-ходовий теплообмінник з довжиною трубних пучків ($L_z = 36$ м,) при температурі соку на вході 22 °С недогріває сік до температури насичення лише на 6 °С за чистої поверхні. В разі установки подвійного теплообмінника ($Z = 16$, $L_z = 72$ м), величина недогрівання соку становить $1,2$ °С, а при наявності відкладень товщиною 1 мм – $4,2$ °С. При цьому, два 8-ходові теплообмінники з довжиною труб $4,5$ м еквівалентні одному 8-ходовому теплообміннику з довжиною труб 9 м. Встановлення одного 12-ходового теплообмінника (рис.1 б) з довжиною труб $4,5$ м ($L_z = 54$ м) незначно погіршує ефективність нагрівання (рис.2), але в разі відсутності належного вільного простору в межах ВКУ на старих заводах дозволяє суттєво спростити компоновку ВКУ з утфельним підігрівачем.

Оскільки характер зміни вихідної температури, як і величина недогрівання соку до температури насичення, має експоненціальний характер (рис.2), доцільність нарощування питомої поверхні теплообміну можна обмежити діапазоном $1,7 - 1,8$ м²/тонн буряків за годину. Перевищення даного показника призводить до непропорційного зростання металоємності у порівнянні з тепловою ефективністю.

Гідравлічний опір теплообмінника НВП Енерготехнологія перевищує опір підігрівачів фірм Теплоком, Техінсервіс та ТМА внаслідок більшого числа поворотів на 180 ° та заміни округлених поворотів на нескруглені, рис.3, але зростання гідравлічного опору знаходиться в межах, що дозволяє прокачувати 16-ходові підігрівачі ($L_z = 72$ м) насосом з напором не більше 50 м.

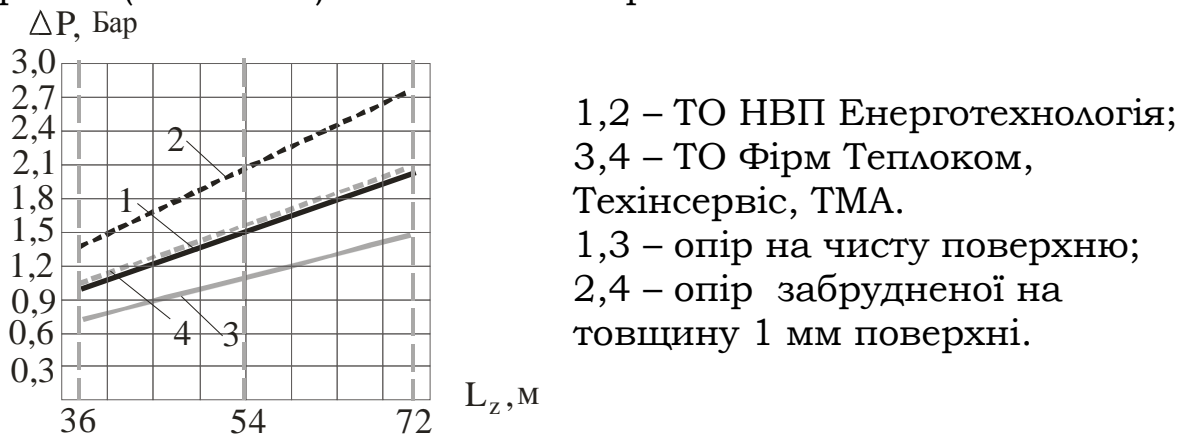


Рис.3 Залежність гідравлічного опору ТО різної конфігурації від довжини трубних пучків

Зазначені теплообмінні апарати встановлені та успішно експлуатуються на Радехівському, Шепетівському, Юзефо-Миколаївському та інших цукрових заводах України.

Висновки:

1. Ефективне нагрівання дифузійного соку розрідженою утфельною парою можливе лише за умови наявності значного вентиляційного потоку, тобто в теплообмінних апаратах, в яких здійснюється повний транзит пари з вакуум апаратів на конденсатор.

2. Утфельні підігрівачі НВП Енерготехнології відповідають тепловій ефективності підігрівачам фірм Теплоком, Техінсервіс та ТМА, але компактніші, простіші в експлуатації, зручні та дешевші при монтажі.

Література.

1. Берман Л.Д О теплообмене при пленочной конденсации движущего пара /Л.Д.Берман// В кн.: Теплообмен, температурный режим и гидродинамика при генерации пара, Л.: Наука, Ленинградское отделение. – 1981. – С. 93 – 102.

Вільновихрові технологічні насоси СВН для цукрової промисловості України

Котенко Олександр Іванович- к.т.н, доц.,

Котенко О.О. - к.е.н,

Кондусь В.Ю.- аспірант

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки Сумського державного університету

Найважливішою умовою при проектуванні нового насоса є забезпечення його максимальної ефективності на розрахунковому режимі.

Однак робота насосів на режимах знижених або підвищених подач з використанням відомих методів регулювання насосних агрегатів не дозволяють виконувати вимоги, що висувуються експлуатацією. Внаслідок цього виникає необхідність виготовлення насосів, побудованих до таких режимів.

Щороку машинобудівні підприємства випускають тисячі машин, що мають схоже призначення при незначних конструктивних змінах.

Проектування насосного обладнання доцільно виконувати із використанням уніфікації вузлів з метою зменшення номенклатури предметів, що входять до його складу. В умовах

обмежених ресурсів необхідно збільшувати діапазон роботи насоса за подачею з забезпеченням якнайменшої кількості змінних елементів проточної частини.

Зниження номенклатури елементів, що спричинена їх уніфікацією, дозволяє знизити вартість життєвого циклу насоса шляхом зниження інвестиційних витрат на проектування кожного окремого елемента (рис. 1).

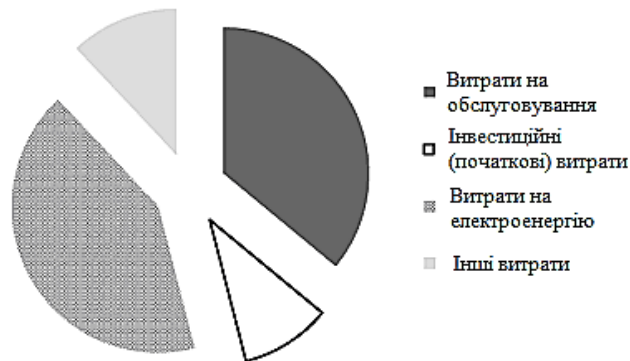


Рисунок 1. Типова структура вартості життєвого циклу насосної установки середнього розміру

Крім цього, стандартизація конструкції насосного обладнання разом з уніфікацією його асортименту призводить до зниження витрат на обслуговування за рахунок зниження нестандартних елементів конструкції.

Україна впевнено взяло курс на зниження споживаної промисловістю енергії. Так, зокрема, відповідно з Директивою Євросоюзу зниження загального енергоспоживання до 2020 року повинно складати 20%. При цьому зниження енергоспоживання насосним обладнанням передбачається на рівні 40% у поєднанні з одночасним вирішенням значного переліку екологічних проблем.

Актуальність зниження енергоспоживання для України є нагальною задачею, враховуючи багатопрофільність її економіки і надмірну енерговитратність більшості галузей (в 2-4 рази) у порівнянні з рівнем розвинених країн.

В основі енергоефективного використання насосного обладнання лежить узгодження роботи насоса та трубопровідної мережі, тобто його режим роботи повинен знаходитися у робочому діапазоні характеристики насоса.

На практиці на багатьох підприємствах існує проблема неефективної експлуатації насосного обладнання – найчастіше к.к.д. насосної установки значно нижче к.к.д. встановлених в ній насосів. Дослідження показують, що в середньому к.к.д. насосних установок становить 40%, однак 10% насосів працюють з к.к.д. навіть нижче 10%.

При експлуатації насосів для перекачування чистих або малозабруднених рідин в аналізі вартості життєвого циклу основна увага надається як правило зниженню енергоспоживання. При перекачуванні рідин з різними вклученнями, в'язких або газонасичених рідин витрати на усунення надмірного зносу, обслуговування, закупку запчастин, незаплановані простої, втрату продуктивності, заміну ущільнень, усунення пошкодження продукції складатимуть істотну частку у вартості життєвого

Більшість насосних установок працює з використанням відцентрових насосів, принцип роботи яких полягає в силовій взаємодії робочого колеса з протікаючою в міжлопатевих каналах рідиною. У цьому випадку виникає велика кількість контактів між рідиною і робочим колесом, тобто знос робочого колеса та руйнування продукту являється неминучими.

При перекачуванні суспензії, до складу якої входять кристали цукру, удари можуть пошкодити до 40% продукту і понизити якість кінцевої продукції.

Таким чином, більш економічне на момент закупівлі насосне обладнання в процесі експлуатації виявиться неефективним і менш надійним по відношенню до аналога.

Для забезпечення конкурентоздатності на ринку насосів підвищуються вимоги до економічності обладнання. Сьогодні це можливо завдяки впровадженню більш складних методів проектування насосів.

З метою підвищення к.к.д. існуючого типорозмірного ряду насосів СВН запропоновано використання розрахункового методу проектування проточної частини насоса. Для проведення чисельного експерименту будується 3D модель рідини проточної частини насоса.

За результатами розрахункового експерименту для запропонованої конструкції вільновихрового насоса СВН 80/32 досягнуто росту к.к.д. до 5% при одночасному зростанні напору до 2% по відношенню до аналогічної конструкції з використанням робочого колеса з прямими лопатями. Загалом отримана конструкція дозволяє знизити енергоспоживання насоса до 12%.

Актуальність підготовки фахівців з технології цукристих речовин у контексті розвитку галузі

Гусятинська Наталія Альфредівна - д.т.н., проф., завідувач кафедри

Кафедра технології цукру і підготовки води, НУХТ

Національний університет харчових технологій являється єдиним в Україні вищим учбовим закладом найвищого IV рівня акредитації, що готує фахівців для цукрової галузі, а відповідно кафедра технології цукру і підготовки води є профільною щодо підготовки зі спеціалізації технології цукру та полісахаридів.

У 80–90 роки факультет технології цукристих речовин щороку готував 130–150 спеціалістів для забезпечення потреби у фахівцях цукрової галузі не тільки України, а й Молдови, Казахстану, Вірменії, Азербайджану, Грузії, Узбекистану, Туркменістану. Проте за останні роки відбулися значні зміни як у самій цукровій галузі, так і в сутності вступної кампанії до університетів. Зокрема надано абітурієнтам можливість обирати певну кількість спеціальностей, що призвело не тільки до зменшення рейтингу спеціальності технологія цукру та полісахаридів, але й погіршило якісний склад вступників. Необхідно зазначити, що вже сьогодні галузь потребує висококваліфікованих спеціалістів технологів, і ця тенденція буде тільки зростати. Ще п'ять років тому кафедрою був проведений статистичний аналіз кадрового забезпечення цукрових заводів головними технологами, який показав, що 28 % працівників за станом на 2012 рік були вже пенсійного віку і до 2020 року досягнуть пенсійного віку ще 31%. Найближчим резервом головних технологів є заступник головного технолога чи завідувач лабораторії. Серед них відповідно на 2012 рік – 26 % вже досягли пенсійного віку і ще 24 % матимуть пенсійний вік до 2020 року. Таким чином, склалася колізія, начебто всі зацікавлені сторони і кафедра і цукрові заводи потребують відповідно студентів та висококваліфікованих фахівців, але в той же час це завдання не може бути вирішеним без взаємовигідної співпраці обох сторін. На нашу думку, прийшов час до дієвих кроків. Інноваційний розвиток світової економіки базується на кластерній моделі, тобто моделі наука-освіта-виробництво як запоруки тісної взаємодії заради успіху підприємства, галузі і країни в цілому. Така ж модель може бути прийнята як основа для співпраці: підприємство – кафедра чи Асоціація – Національний університет.

Основним напрямком співпраці має стати підвищення професійного рівня майбутнього фахівця шляхом:

по-перше, відбору випускників шкіл безпосередньо підприємством з навколишнього регіону, що забезпечить не тільки мотивацію кращого навчання студента в університеті, але й надасть можливість роботодавцю впливати на професійну компетентність майбутнього фахівця під час навчання і проходження практики;

по-друге, навчання за кошти юридичних осіб (цукрового заводу) студентів певних спеціальностей (технолог, енергетик, механік та ін.), які, згідно договорів, після закінчення навчання працюватимуть на цукровому заводі;

по-третє, направлення працівників заводів, що мають фахову освіту після технікумів чи коледжів, на навчання за скороченою формою (заочне чи денне).

Важливим також є створення сучасної лабораторної бази кафедри, що сприятиме набуттю необхідних практичних навиків майбутніх фахівців, а також співпраця у забезпеченні видавництва сучасної науково-навчальної літератури в галузі технології цукру для підвищення рівня теоретичних знань студентів та працівників галузі.

Не менш актуальним напрямком співпраці кафедри і виробництва має стати науковий вектор. На жаль, сьогодні маємо констатацію того факту, що наукова база, як фундамент розвитку цукрової галузі, практично зменшилася до нуля. Так, втратили потужний потенціал НДІ цукрової промисловості, нівелюється мотиваційний механізм наукових досліджень в галузі. Поряд з цим, саме наука, перш за все, повинна вирішувати нагальні проблеми цукрової галузі та прогнозувати нові напрямки її інноваційного розвитку. Раніше, підприємства мали кошти на проведення наукових досліджень та експериментальні установки. Наразі вважають за краще купувати готовий іноземний інноваційний продукт. Проте така тенденція тільки пришвидшить нашу залежність від висококваліфікованих іноземних фахівців як в науці, так і на виробництві. Національний науковий ресурс є вичерпним. І вже сьогодні ми маємо приймати конструктивні рішення щодо перспективного розвитку цукрової науки і виробництва.

Наразі кафедрою «Технології цукру і підготовки води» здійснюється підготовка бакалаврів за спеціальністю «Харчові технології» та магістрів за спеціалізаціями: «Технологія цукру та полісахаридів» і «Технологія питної води та водопідготовки харчових виробництв». Науково-педагогічний склад кафедри включає: 4 д.т.н. та 11 к.т.н., з них 5 професорів, 9 доцентів.

За понад 120 років свого існування кафедра підготувала більше 6200 інженерів – технологів. І сьогодні успішно готує

фахівців з вищою освітою для підприємств цукрової та крохмалепатокової галузей, підготовки питної води, виробництва фасованих вод та напоїв, лабораторій якості продукції, наукових установ, проектних організацій та ін.

Професійна компетентність майбутнього фахівця формується під час:

- практичної підготовки студентів на лабораторних заняттях.
- науково-дослідної роботи студентів;
- виробничої практики на сучасних підприємствах галузі;
- участі студентів у наукових конференціях, спеціалізованих форумах і виставках.
- відвідування провідних підприємств харчової промисловості.

Важливою складовою навчального процесу є лабораторія з відповідним сучасним оснащенням. Традиційно, на високому рівні проводяться лабораторні заняття в лабораторії цукру. Окрім того, у 2016 році на кафедрі була створена нова лабораторія технології води, де встановлені модулі адсорбційного та мембранного очищення. Але потреба в новому сучасному обладнанні та приладах для проведення навчальних та наукових робіт студентів залишається і надалі актуальною. Висловлюємо подяку керівництву цукрових заводів, які вже сьогодні допомагають кафедрі в оснащенні приладами. Так, ВП «Жданівський цукровий завод» у 2016 році подарував кафедрі новий сучасний кондуктометр лабораторний OHAVS модель S T3100C; ТОВ «Новооржицький цукровий завод» у 2015 році передав кафедрі 3 поляриметри СУ-3.

Необхідно зазначити, що кафедра технології цукру і підготовки води має творчий науковий потенціал, традиції та наукові школи. Але, якщо сьогодні ми спільно не зможемо на новому рівні – із застосуванням сучасних інноваційних підходів, вирішити завдання підготовки висококваліфікованих фахівців, то вже завтра це питання встане надзвичайно гостро для більшості підприємств цукрової галузі.

Сучасні засоби дезінфекції в цукровому виробництві, оцінка ефективності та безпечності

Дмитруха Наталія, Короленко Тамара

Державна установа «Інститут медицини праці НАМН України»

Чаповська Роксоляна – директор ПП «ГІГІЄНІКС», Львів, Україна

Барига Анджей - керівник відділу цукроваріння Інституту біотехнології сільськогосподарської і харчової промисловості ім проф. Вацлава Домбровського у Варшаві, Польща

Вступ. Виробництво цукру в Україні є традиційною галуззю з використанням цукрових буряків та тростинного цукру-сирцю. Головним завданням для цукрових підприємств є отримання високоякісного продукту, безпечного для здоров'я людини. Для цього застосовують сучасні технологічні лінії, відповідні системи контролю якості продукції, санітарно-гігієнічні заходи.

Джерелами забруднення мікрофлорою (сапрофітною і патогенною) на виробництві цукру можуть бути: сировина, технологічний процес, складування та транспортування готового продукту. Серед мікроорганізмів, які можуть бути присутні при виробництві цукру з буряків це мікрококи виду *Leuconostoc*, зокрема, *Leuconostoc mesenteroides*, також бактерії *Bacillus* (*Bac. mycoides*, *Bac. mesentericus*, *Bac. subtilis*, дріжджі роду *Saccharomyces*. При виробництві цукру з тростинного цукру-сирцю формування мікрофлори залежить від умов переробки цукрової тростини, транспортування та зберігання цукру-сирцю. За умови неналежного транспортування та зберігання сировини відбувається її контамінація різними видами мікроорганізмів, серед яких найбільш небезпечними є міцеліальні гриби *Aspergillus*, *Penicillium*, *Monilia*, молочнокислі бактерії *Granulobacter saccharobutiricum*, *Clostridium saccharomiticum* [1].

Мікробіологічні процеси, які відбуваються при виробництві цукру спричиняють значні втрати сировини та сахарози, отже негативно впливають на показники якості і вихід цукру. Запобігти цьому можуть санітарно-гігієнічні заходи, які повинні проводитися з урахуванням специфічності сировини, мікрофлори та особливостей технологічного процесу цукроваріння. При цьому необхідно контролювати як сировину, сам технологічний процес, так і готовий продукт. Для проведення санітарно-гігієнічних заходів на підприємства допускається використання дезінфікуючих та мийно-дезінфікуючих засобів. Відповідно до сучасних вимог, хімічні сполуки, що використовуються в якості діючої речовини у складі дезінфікуючих засобів, повинні мати широкий спектр антимікробної дії (бути активними до

патогенних, умовно-патогенних мікроорганізмів і сапрофітної мікрофлори, специфічної для цукрового виробництва), піддаватись повній біодеградації і не впливати на якість соку та готової продукції [2,3].

Одним з найбільш популярних засобів дезінфекції на українських цукрових заводах, особливо на початку 90-х років ХХ століття був формалін (40% розчин формальдегіду), який характеризується високою бактерицидністю та низькою ціною порівняно з іншими дезінфікуючими препаратами. Проте відомо, що формалін негативно впливає на дихальні шляхи, очі, шкірний покрив, а також є нейротропною отрутою, згідно ГОСТ 12.1.007-76 відноситься до 2-ого класу небезпеки (високонебезпечна речовина) та до переліку канцерогенних речовин [4]. Тому сьогодні ставиться питання про заборону його використання як засобу для дезінфекції на підприємствах харчової та переробної промисловості, у тому числі, і на цукрових заводах. В багатьох країнах світу, зокрема США, ЄС, Казахстані, Російській Федерації застосування формаліну при виробництві цукру вже заборонено.

З урахуванням зазначеного при проведенні санітарно-гігієнічних заходів перевага надається дезінфікуючим засобам нового покоління, які є безпечними для здоров'я людини і навколишнього середовища. Найбільш ефективними визнані препарати, що містять активний кисень - пероксид водню, надцтову і надсірчану кислоти. Слід відзначити, що до дезінфікуючих і мийно-дезінфікуючих засобів, які використовуються на виробництвах харчової та переробної промисловості пред'являють досить жорсткі вимоги з позиції їх безпеки для споживачів та працюючих [3].

Метою нашої роботи – було дослідження ефективності (бактерицидної дії) та безпечності (токсичності) дезінфікуючих засобів, що застосовуються у виробництві цукру.

Матеріали і методи.

Аналіз вітчизняного ринку показав, що препарати для дезінфекції, які застосовуються в цукровому виробництві переважно іноземного походження, тому для дослідження були взяті 3 засоби, що використовуються у виробництві цукру у Польщі, володіють широким спектром бактерицидної дії, близькі за хімічним складом.

Засіб "Біопомс" виробник HIGIENIX (Польща) складається з надсірчаної кислоти (< 40%); пероксиду водню (< 35%); кислоти сірчаної (< 20%) призначений для дезінфекції поверхні буряків та бурякової стружки, соку, технологічної води, машин і обладнання, трубопроводів, а також поверхонь виробничих цехів. Препарат "Біостерид міцний" (виробник HIGIENIX, Польща) складається з

надоцтової кислоти (12,0 - 16,0 %); пероксиду водню (< 25,0%); оцтової кислоти (< 30,0 %) і використовується в робочих концентраціях: 0,1 %; 1,75 %; 2,0 % (за препаратом). Дезінфікуючий засіб "Гігієнізер" (виробник HIGIENIX, Польща) до складу якого входить діюча речовина-пероксид водню - 30 %; допоміжні речовини: кислота фосфорна 70% -1,0%, вода - до 100%. Виробляється у вигляді концентрату, використовується в робочих концентраціях 3% і 5% для дезінфекції гідроциклонних пиловловлювачів, зовнішніх та внутрішніх поверхонь машин та обладнання, які безпосередньо контактують з цукром.

При оцінці бактерицидних властивостей препаратів були використані мікроорганізми: бактерії роду *Bacillus*, *Pseudomonas*, *E.coli*; слизоутворюючі бактерії *Leuconostoc*; плісняві гриби *Aspergillus* і *Penicillium*, гриби роду *Candida*. Чутливість мікроорганізмів до препаратів досліджували методом лунок в товщі агару. Культивування мікроорганізмів проводили на поживних середовищах, що відповідають культурам мікроорганізмів (м'ясопептонний агар, середовище Чапика) [5].

Токсикологічні дослідження виконані на піддослідних тваринах, які утримувались в стандартних умовах віварію. Токсичність визначали за умови інгаляційного, внутрішньошлункового надходження (щурі), нанесення на шкіру (мурчаки), введення в кон'юнктиву ока (кролі) [6]. Всі маніпуляції на тваринах здійснювали відповідно до «Положення про використання лабораторних тварин в біомедичних дослідах». Визначення класу небезпечності препарату проводили згідно ГОСТ 12.1.007-76.

Результати.

Результати мікробіологічних досліджень показали, що робочі розчини засобу "Біопомс" володіють бактерицидною активністю. Високу бактерицидну дію на бактерії *Pseudomonas aeruginosa*, *E.coli*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus* проявив 0,4 % розчин (за препаратом). Протигрибкова дія препарату визначена у концентрації 0,8 % для *Candida albicans*, а для *Aspergillus niger* - 2,0%. Також встановлена ефективна бактерицидна дія засобу проти слизоутворюючих бактерій *Leuconostoc mesenteroides* у всіх досліджуваних концентраціях.

Результати дослідження біоцидних властивостей засобу "Біостерид міцний" засвідчили, що він також виявляв високу бактерицидну та фунгіцидну активність по відношенню до обраних для тестування мікроорганізмів, а також до грибів роду *Candida*.

Встановлено, що дезінфікуючий засіб "Гігієнізер" у робочих концентраціях 3,0-5,0 % був активним по відношенню як до

грамнегативних, так і грампозитивних мікроорганізмів, грибів та дріжджів.

Виконані токсикологічні дослідження дозволили виявити негативні ефекти та оцінити клас безпеки досліджуваних дезінфекційних препаратів.

Встановлено, що концентрат засобу "Біопомс" мав виражену подразнювальну дію на шкіру та слизові оболонки очей. При повторних аплікаціях робочих розчинів засобу на шкіру щурів місцево-подразнювальної та сенсibiliзувальної дії не встановлено. За параметрами гострої токсичності засіб "Біопомс" віднесено до 3 класу - помірно небезпечних речовин.

Засіб „Біостерид міцний” при одразовому нанесенні на шкіру білих щурів в концентрації 0,5% викликав незначну гіперемію шкіряних покривів, проте більш концентровані розчини проявляли більш виразну подразнювальну дію. Для 1% розчину засобу „Біостерид міцний” відмічено виражену подразнювальну дію на слизові оболонки очей, проте сенсibiliзувальної активності не виявлено. За параметрами гострої токсичності при внутрішньошлунковому введенні щурам засіб "Біостерид міцний" відносено до 3 класу помірно небезпечних речовин, а робочі розчини - до 4 класу малонебезпечних речовин.

Препарат "Гігієнізер" спричиняв місцево- подразнювальну дію на шкіру, слизові оболонки очей та органів дихання піддослідних тварин. За параметрами гострої токсичності діюча речовина препарату відноситься до 3 класу помірно небезпечних речовин.

Отже, виконані токсикологічні дослідження усіх 3-х дезінфікуючих препаратів свідчать проте, що приміщення, де працюють з ними, має бути обладнане припливно-витяжною вентиляцією. При роботі із засобами необхідно дотримуватися правил техніки безпеки, які сформульовані і викладені в типових інструкціях для кожного препарату.

Висновки.

Узагальнення представлених результатів дослідження дозволяє дійти наступних висновків:

1. У виробництві цукру для обробки сировини, технологічного обладнання, інвентарю необхідно застосовувати дезінфікуючі препарати, які були б максимально ефективні відносно мікробного забруднення, характерного для даного виробництва.

2. Сучасні засоби дезінфекції не повинні впливати на якість готової продукції, а також бути безпечними для здоров'я людини і навколишнього середовища.

Література

1. Находкина В.З. Микробиология и микробиологический контроль в свекло-сахарном производстве . – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 94 с.
2. Гудзь О.В. Порядок применения дезинфекционных средств в пищевой и перерабатывающей промышленности // Провизор. – 2001. – № 10.
3. Барыга А. Внедрение системы качества в пищевую промышленность.– Львов: «СПОЛОМ», 2009.– 262 с.
4. Короленко Т., Дмитруха Н. Использование формалина в производстве сахара, токсичность и опасность его для человека и окружающей среды // Збірник наукових праць Міжнародної науково-практичної конференції «Новітні науково-технічні рішення у цукровій промисловості», 2012, Львів. – С. 128-133.
5. Слюсаренко Т.П. Лабораторный практикум по микробиологии пищевых производств. – М.: Легк. и пищ. промышленность, 1984.– 208 с.
6. Методы определения токсичности и опасности химических веществ / Под ред. И.В. Саноцкого. – М.: Медицина, 1970. – 343 с.

Досвід використання нанокompозиту алюмінію в умовах бурякоцукрового виробництва

Олішевський Валентин Вікторович - к.т.н., доцент

Бабко Євген Миколайович - к.т.н., доцент

Кафедра технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування, НУХТ

Українець Анатолій Іванович - д.т.н., проф., ректор НУХТ

Пушанко Наталія Миколаївна - к.т.н., доцент

Кафедра технології цукру та підготовки води, НУХТ

Маринін Андрій Іванович - к.т.н., старший науковий співробітник, завідувач лабораторії

Никитюк Тарас Володимирович - аспірант

Проблемна науково-дослідна лабораторія, НУХТ

Лопатько Костянтин Григорович - д.т.н., проф.,

Кафедра технології конструкційних матеріалів та матеріалознавства

Лапшин Сергій Олександрович - аспірант

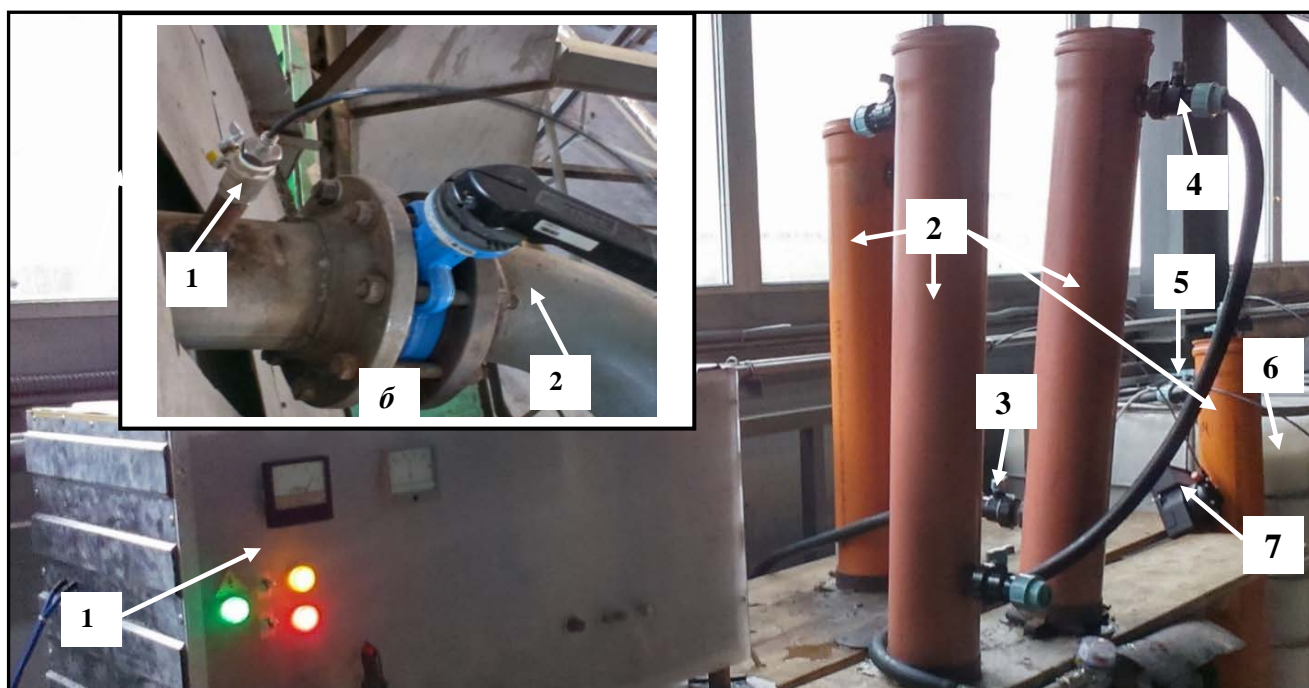
Кафедра електричних машин і експлуатації обладнання, Національний університет біоресурсів і природокористування України

Вступ. Процес екстрагування сахарози з бурякової стружки передбачає протитечійну обробку сировини спеціально підготовленим екстрагентом[1]. При цьому, одними із основних технологічних показників, які характеризують ефективність даного процесу залишаються чистота дифузійного соку та інших напівпродуктів, та ефект очищення. Тому, актуальним залишається питання попередження процесу утворення та переходу колоїдів (білкових та пектинових речовин) в дифузійний сік.

Матеріали і методи. Найбільш простим і ефективним способом інтенсифікації процесу екстрагування є застосування методів попередньої обробки бурякової стружки, в тому числі з використанням хімічних реагентів, що перешкоджають переходу розчинних не цукрів, зокрема білкових та пектинових речовин, в дифузійний сік [2, 3]. Відомо, що іони полівалентних металів (Ca^{2+} , Al^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mg^{2+} та ін.) здатні зв'язувати полісахариди клітинних стінок в нерозчинні з'єднання, знижуючи при цьому їх перехід в дифузійний сік. Тому, використання таких реагентів, в основу яких входять речовини з комплексоутворюючими властивостями, дозволить підвищити структурно-механічні характеристики бурякової стружки, і як наслідок, покращити технологічні показники процесу екстрагування.

Попередніми лабораторними дослідженнями [4-5] було встановлено підвищення процесу екстрагування за рахунок додавання нанокompозиту алюмінію $Al(OH)_3$ в жомопресову воду перед подачею в екстрактор.

Результати. В умовах виробництва, для дослідження комплексують властивостей нанокompозиту алюмінію в діючу апаратурно-технологічну схему бурякопереробного відділення ТОВ «Юкрейніан Шугар Компані» було встановлено електротехнічний комплекс (рис.1), який дозволяв отримувати $Al(OH)_3$ методом підводного електроіскрового синтезу [6]. Характеристика $Al(OH)_3$ представлено в табл.1. Для подачі $Al(OH)_3$, в місце подачі жомопресової води в одному з апаратів було вмонтовано патрубок 1 (б) (рис.1) і дозування реагенту здійснювалось за допомогою мембранного насосу-дозатора 7 (а) (рис.1).



а

Рис.1. Електротехнічний комплекс одержання нанокompозиту алюмінію $Al(OH)_3$ у виробничих умовах ТОВ «Юкрейніан Шугар Компані»

а: 1 – генератор розрядних імпульсів; 2 - розрядні камери; 3 і 4 – патрубки подачі води та відведення $Al(OH)_3$; 5 – система аерації; 6 – ємкість з $Al(OH)_3$; 7 – дозатор $Al(OH)_3$; б: 1 – патрубок подачі $Al(OH)_3$; 2 – система подачі жомопресової води на екстрагування.

Характеристика нанокompatуалюмінію $Al(OH)_3$

Нанокompat	Концентрація металу в розчині, г/дм ³	Електрокінетичний потенціал, мВ	Електропровідність, мкСм/см	pH
$Al(OH)_3$	2,10	+22,4	75,15	7,43

Визначення технологічних показників напівпродуктів бурякоцукрового виробництва визначали за допомогою методик, рекомендованих в [7, 8].

Висновки. Результати досліджень показали, що застосування $Al(OH)_3$, одержаного методом підводного електроіскрового синтезу при додаванні в кількості 0,0005 % до маси води дозволяє підвищити чистоту дифузійного соку на 2,0 %, а чистоту жомопресової води на 7,3 %. При цьому ступінь пресування жому підвищується на 2,35 % за рахунок збільшення пружності стружки. Позитивний результат застосування $Al(OH)_3$ зберігається в подальших технологічних процесах, що дозволило досягти підвищення чистоти сульфітованого соку на 1,7 %, а також спостерігалось підвищення виходу цукру на 0,31 % до маси буряку.

Література

1. Сапронов, А.Р. Технологія сахарного производства. / А.Р. Сапронов. // – 2-е изд., исправл. и доп. – М.: Колос, 1999. – 495 с.
2. Гусятинська, Н.А. Наукове обґрунтування та розроблення фізико-хімічних методів інтенсифікації вилучення сахарози з цукрових буряків : дис. д-ра техн. наук: 05.18.05 / Наталія Альфредівна Густинська // – К., 2008. – 627 с.
3. Баранникова, А.Н. Повышение качества очистки сахаросодержащих растворов с применение алюминий содержащего сорбента: дис. к-та техн. наук: 05.18.05 / Алла Николаевна Баранникова // – М., 2007. – 161с.
4. Патент 104338 UA, МПК C13B 20/00 (2014.01). Спосіб очищення дифузійного соку / В. В. Олішевський, Л. М. Верченко, А. І. Маринін, С. В. Ткаченко, О. В. Ардинський, К. Г. Лопатько; заявник і патентовласник НУХТ. – № а201204314; заявл. 06.04.2012; опубл. 27.01.2014, Бюл. № 2, 2014.
5. Українець, А. І. Коагуляційне очищення жомопресової води гелем алюмінію / А. І. Українець, В. В. Олішевський, Н. М. Пушанко, К. В. Ляпіна, А. І. Маринін // Наук. пр. Нац. ун-ту харч. технологій. - 2015. - 21, № 5. - С. 237-243.
6. Патент на корисну модель 38461UA, МПК (2006) B22F 9/08. Пристрій для отримання колоїдних розчинів

ультрадисперсних порошків металів / К. Г. Лопатько, Є.Г.Афтандіянц, А.А. Щерба, С.М.Захарченко, С. А. Яцюк, заявник і патентовласник Національний аграрний університет. – № u200810312; заявл. 12.08.2008; опубл. 12.01.2009, Бюл. № 1, 2009.

7. Инструкция по химико-технологическому контролю и учету сахарного производства. – К: ВНИИСП, 1983. - 476 с.

8. Правила ведення технологічного процесу виробництва цукру з цукрових буряків. Правила усталеної практики (ПУП) 15.83-37-106:2007/ М. М. Ярчук, М. Ф. Калініченко, В. П. Чупахіна та ін. // Видавництво ТОВ «Інформаційно-аналітичний центр «Цукор України».- К.: 2007. – 420 с.

Вплив якості сировини, що поставляється на цукровий завод, на перебіг технологічного процесу.

Барига Анджей, Полець Боженна

Інститут біотехнології сільськогосподарської і харчової промисловості ім проф. Вацлава Домбровського у Варшаві, Польща

Переробка буряків на цукор у технічному масштабі на даний момент не становить проблеми, якщо на завод відправляють здорові коренеплоди безпосередньо з поля або з кагату, після короткотривалого зберігання. У даний час буряки не зберігають в пірамідальних штабелях. Контрактація підготовлена таким чином, що викопані буряки потрапляють безпосередньо на переробку, або можуть становити 2-3-денний запас на цукровому заводі. Сучасна технологія збору цукрових буряків передбачає їх складування в пірамідальних штабелях на краю поля. Вони зберігаються від кількох до кількох десятків днів. У зв'язку з тим, що на буряки під час зберігання можуть впливати негативні атмосферні умови (переважно температурні зміни), їх необхідно захищати, накривши ізоляційними матеріалами (нетканий матеріал) [6].

Переробка сировини низької технологічної якості викликає труднощі в роботі обладнання на заводі. Деградовані буряки містять більше небажаних речовин, ніж здорова сировина. До них належать нецукри декстран і леван, молочна і оцтова кислота, етиловий спирт, інвертний цукор, білки, пектинові речовини і барвники [3]. Крім цього, розмножуються мікроорганізми – бактерії та гриби, що утворюють слиз, до складу яких входять зовнішньоклітинні цукрові полімери (екзополімери): декстран, леван і арабан. Ці речовини винятково ускладнюють переробку

буряків на цукор, оскільки збільшують в'язкість рідини, закупорюючи пори, блокують фільтруючі тканини і сильно сповільнюють процес фільтрації соку після першої сатурації. Завдяки своїм фізичним властивостям (оптичне обертання), вони впливають на зчитування інформації про оптичне обертання соків і можуть бути причиною помилок у визначенні кількості цукру, що потрапляє на завод. Водночас вміст сахарози у коренеплодах зменшується внаслідок її витрат, зв'язаних з розвитком бактерій.

У фінських дослідженнях з 600 мікроорганізмів, виділених з цілих та пошкоджених буряків, приблизно 170 належали до *Enterobacter amigenus*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Rahnella aquatilis* і характеризувалися здатністю до синтезу екзополісахаридів, що спричиняють високу в'язкість екстрактів. Серед полісахаридів, що утворюються, домінують декстрини, збудовані з молекул глюкози. У літературних джерелах згадується 70-95% частка глюкози у складі полімерів. Наступна група полімерів – це левани, що складаються з фруктози. Основні виробники левану – це бактерії *Pseudomonas fluorescens* і *Corynebacterium beticola*. Крім декстранів і леванів, у меншій кількості представлений ряд інших гетерополімерів, у тому числі арабан, збудований з молекул арабінози. Цукрові екзополімери, як сильно гідратовані високомолекулярні сполуки, впливають також на утворення дрібнозернистого осаду і надмірно гідратованих сполук, що легко стискаються і утворюють шар твердої фази, надзвичайно складної для подолання рідиною, яку необхідно профільтрувати через цей шар. У даний час існує можливість зменшити негативні наслідки присутності слизу, але тільки якщо заводська майстерня підготовлена до впровадження короткострокових модифікацій і змін у перебігу деяких основних процесів [2]. Один із способів усунення цих проблем – застосування процесу дезінфекції, зокрема обприскування буряків або стружки дезінфікуючими препаратами.



Рис. 1. Здоровий цукровий буряк

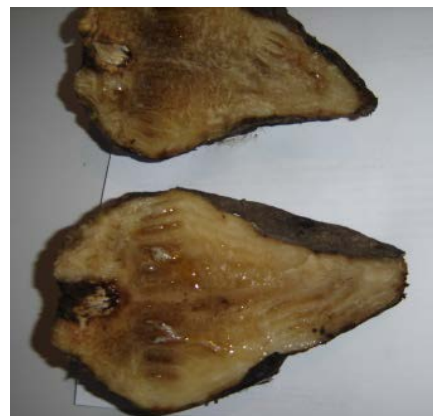


Рис. 2. Цукровий буряк після замерзання і відтавання

На рис. 1 представлено здоровий, стиглий цукровий буряк, відповідно підготовлений до виробництва. Натомість на рис.2 представлено буряк з погіршеними технологічними характеристиками, після замерзання і відтавання, що ускладнює процес різки, екстракції і фільтрації. Правильно підготована стружка повинна мати відповідну форму і товщину. Бурякова стружка пружна і легко ламається, утворюючи кашку, що переходить до сирого соку. Суспензія дрібної кашки призводить до потрапляння колоїдних сполук, переважно пектинів, до соку [4]. При збільшенні температури відбувається денатурації тканин стружки, внаслідок чого стружка стає еластичною і стійкою до деформації внаслідок руху транспортувальних елементів (черв'яків) у дифузорі [4]. Використання у процесі занадто грубої стружки та застосування невідповідного температурного режиму може призвести до надмірних втрат цукру у жомі [1].

Методи досліджень. Якість стружки в однаковій мірі залежить від роботи бурякорізки та технологічної цінності сировини, що переробляється. Визначення значень певних чисел характеризує якість стружки під час роботи бурякорізок. Перше з них – це число Сіліна, яке виражає довжину 100 г стружки однакового розміру, що перевищує 1 см, згідно з відповідною класифікацією. Значення повинно лежати в межах від 5 до 10 м. Натомість шведське число визначає відношення маси стружки довжиною понад 5 см до маси стружки довжиною менше 1 см. Це число – міра опору шару стружки до правильного потоку соку, і повинно бути більше 10. Чим більше значення, тим менше опір, і навпаки, чим менше значення, тим більше опір.

Результати досліджень. Правильна стружка повинна містити якомога менші кількості кашки, стружки коротше 1 см і гребнів. Їх присутність у стружці дуже шкідлива, оскільки ускладнює процес екстракції. Дослідження якості стружки під час кампанії були диференційованими. Шведське число і число Сіліна об'єднує залежність – низькі значення шведського числа відповідають низьким значенням числа Сіліна, і навпаки. У проведених дослідженнях максимальне значення шведського числа становило **72,2** – що свідчить про правильну якість бурякової стружки, натомість найнижче значення дорівнювало **4,34** – у цьому випадку якість була найгіршою. Натомість найбільше значення числа Сіліна становило **8,8** м, що також вказує на хорошу якість стружки, а найменше – **4,73** м, з чого слідує, що якість стружки погіршилася. Подрібнення буряків також супроводжується утворенням бурякової кашки, яка може спричинити багато технологічних проблем.

Література

1. Dąbrowski H.: Kształt krajanki buraczanej do ciągłych dyfuzorów typu korytowego. *Gazeta Cukrownicza*, 1973, (8) str. 197 - 200.
2. Gajownik B., Sumińska T., Małczak E.: Opracowanie metodyki oznaczania zawartości dekstranu, arabanu i lewanu w burakach cukrowych z wykorzystaniem chromatografii cieczowej, Praca badawcza, Oddział Cukrownictwa IBPRS. 2013 r.
3. Grabka J., Baryga A.: Badanie oczyszczania soku surowego z użyciem aktywnej gęstwy. *Gazeta Cukrownicza* 2001 (6), 94 – 95.
4. Nikiel S.: Produkcja, część surowa. W: *Poradnik inżyniera. Cukrownictwo*. Red.: J. Dobrzycki. Wydawnictwo WNT Warszawa 1988, 99-159.
5. Waleriańczyk E. i in.: Sposób prowadzenia procesu ekstrakcji z możliwością jego sterowania. *Gazeta Cukrownicza*, *Biuletyn IPC*, 1990 (8), 153.
6. Woźniak D.: Wpływ jakości krajanki na zawartość miazgi buraczanej w soku surowym, Praca dyplomowa inżynierska wykonana w Instytucie Technologii i Analizy Żywności, Politechniki Łódzkiej, pod kierunkiem dr hab. inż. Tomasza Olejnika, opiekun pracy: dr inż. Andrzej Baryga, 2017.

Вплив вмісту нецукрів у сирому соку на якість очищеного рідкого соку

Барига Анджей, Полець Боженна

Інститут біотехнології сільськогосподарської і харчової промисловості ім. проф. Вацлава Домбровського у Варшаві, Польща

Правильне виконання процесу очищення сирого соку на окремих станціях, тобто процесів попередньої дефекації, основної холодної і гарячої дефекації, першої сатурації, фільтрації, другої сатурації та фільтрації покращують його якість, нівелюють кількість нецукрів і кальцієвих солей, а також гарантують термостабільність рідкого соку. Переробка сировини без забезпечення повної технологічної якості викликає багато складнощів. Протягом останніх років спостерігається зменшення термостабільності соку, який використовується в цукроварінні, що проявляється значними змінами параметрів рідкого соку, зокрема: збільшення забарвлення, збільшення вмісту кальцієвих солей, зниження лужності, зменшення результату очищення, збільшення вмісту інвертованого цукру і т.п.

Характеристика нецукрів у сирому соці:

➤ пектини: полімери D-галактуранової кислоти, 80-90% яких осаджуються під час попередньої дефекації. Їх присутність після очищення залежить від молекулярної маси і ступеня етерифікації.

➤ білки: білки бурякового соку містять багато амінокислот. Їх вміст після попередньої дефекації становить 10% усіх нецукрів.

➤ сапоніни і геміцелюлоза: осаджуються практично повністю під час очищення.

➤ полісахариди: у буряках низької технологічної якості за посередництвом бактерій *Leuconostoc mesenteroides* і *Streptococcus mutant* утворюються декстран і леван, які негативно впливають на фільтрацію соку. [5, 6, 7, 8].

Кількість розчинених пектинових речовин у дифузійному соку та, особливо, форма їх осадження, мають негативний вплив на фільтраційну здатність дефекату. Ступінь дегідратації осаду залежить від рН розчину та ступеня розпаду пектинових ланцюгів. У соку хорошої якості під впливом вапна відбувається частковий гідроліз пектинів. Відбувається відщеплення ацетильних і метильних груп, утворюються желеподібні кальцієві солі полігопантенової кислоти. При подальшому процесі нагрівання з ланцюга звільняються оцтова кислота, арабан і галактан. У формі осаду осідають нерозчинні кальцієві солі галактуранової кислоти. Вони мають колоїдний характер і швидко заклеюють пори у фільтруючій тканині. Крім цього, присутність пектинових речовин у густому соку і патоці сповільнює кристалізацію [9, 10, 11, 12, 13, 14].

Шкідливість інвертованого цукру полягає в тому, що в дефекованому соку він зазнає змін, утворюючи барвні сполуки, кальцієві солі яких переважно розчинні. Вони разом з соком проходять через увесь технологічний процес аж до меляси, ускладнюючи його перебіг. Рафіноза також супроводжує сахарозу протягом усього технологічного процесу, причиною чого є висока стійкість до дії лугів, навіть при високій температурі [13, 14, 15]. Білкові речовини належать до поверхнево активних гідрофільних колоїдів, так само як сапонін, і в зв'язку з цим викликають піноутворення соку. Під впливом Ca^{2+} відбувається їх коагуляція – білок, денатурований під впливом гарячого вапняного молока, під час основної дефекації зазнає подальших змін, ланцюги тріскають (лужний гідроліз) і утворюються коротші відрізки пептидів. Реакція проходить до розкладання на прості амінокислоти і аміді. Проміжні продукти гідролізу не відокремлюються з сатураційним осадом і переходять до меляси. Амінокислоти – це шкідливі нецукри, оскільки їх вапняні солі легко розчиняються, а єдина можливість їх усунути – це адсорбція на карбонаті кальцію під час

першої сатурації. Аміді розкладаються під впливом гарячого вапна, утворюються розчинні аспарагинати, глутамати та аміак. Ці солі ускладнюють кристалізацію і переходять до меляси. У свою чергу, аміак випаровується з соку, зменшуючи його рН. [1, 2, 3, 4].

Мета досліджень - визначити параметри процесів першої сатурації, що впливають на процес фільтрації, а також скоригувати їх з метою оптимізації ритмічності технологічного процесу цукрового заводу для отримання соку з найкращими якісними параметрами під час кампанії 2016/2017. Визначено вплив якості сировини, що переробляється, на ритмічність виробництва, з приділенням особливої уваги процесу фільтрації. Також звертали увагу на атмосферні чинники, що можуть впливати на безперервність виробництва і, що з цим зв'язано, отримання рідкого соку якомога кращої якості.

Результати досліджень. Відповідні дози вапна, яке додається на даних етапах процесу, забезпечують усунення нецукрів з сирого соку, що полегшує процес фільтрації. Утримання оптимальних параметрів окремих процесів, зокрема: температури, лужності, значення рН, починаючи з попередньої дефекації і закінчуючи другою фільтрацією, дозволяє отримувати рідкий сік хорошої якості. Під час проведення досліджень звертали увагу на процес першої сатурації та її вплив на роботу фільтрувальної станції. Спираючись на дослідження, проведені під час кампанії 2016/2017, помітили певну взаємозалежність між параметрами окремих процесів на станції очищення сирого соку. Недостатня доза вапна під час попередньої дефекації призводила до зменшення лужності з 0,088 до 0,073 г СаО/100 мл, а також зниження рН з 11,2 до 10,9 під час першої сатурації, внаслідок чого чистота сирого соку зменшувалася з 92,65% до 91,62%, оскільки у разі занадто низької лужності під час першої сатурації не утворюється правильна кількість дрібнокристалічного карбонату кальцію, який адсорбує нецукри. Натомість вага першої та другої гущі збільшилася і становила понад 730 г.

Література:

1. Dobrzycki J. :Oczyszczanie soków w przemyśle cukrowniczym. Warszawa WZPC i STC 1962.
2. Grabka J. : Aparaty w przemyśle cukrowniczym. Łódź WPL 1983.
3. Grabka J. :Interakcje sacharozy z kationem wapnia w aspekcie oczyszczania soków cukrowniczych. Łódź WPL 1990.
4. Grabka J. Baryga A. Gazeta cukrownicza. 1999 R 107.
5. Grabka J. Baryga A. Gazeta cukrownicza. 1998 nr 1.
6. Grabka J., Baryga A. Badanie oczyszczania soku surowego z użyciem aktywowanej gęstwy. Gazeta Cukrownicza 6/2001.
7. Grabka J. Baryga A. Gazeta cukrownicza. 1999 R 107.

8. Grabka J. Baryga A.: Gaz. Cukrown. 1998 nr 10 s. 181.
9. Jaworowski T. :Technologiczna koncepcja procesu defekacji wstępnej. Warszawa STC 1988.
10. Kubik C. Galas E. Sikora B. Gaz. Cukrown. 1994 nr 6 s.102.
11. McGinnis :Cukrownictwo. Warszawa WNT 1976.
12. Nikiel S. Gaz. Cukrown. 1968 R 76 s. 14.
13. Praca dyplomowa: Supeł M.: Oczyszczanie odwłóknionych soków cukrowniczych z zastosowaniem różnych metod oczyszczania, Politechnika Łódzka 2009r.
14. Praca Dyplomowa: Tokarek A.: Oczyszczanie odwłóknionych soków cukrowniczych aktywowanym węglanem wapniowym przy jednoczesnym usuwaniu osadu po defekacji wstępnej, Politechnika Łódzka 2009r.
15. Praca zbiorowa: Poradnik Inżyniera – Cukrownictwo. Warszawa WNT 1973.
16. Praca zbiorowa: Przepisy kontroli fabrykacji w cukrowniach. Warszawa STC 1979.

Збільшення продуктивності відділення сушіння цукру за рахунок використання охолоджувачів з киплячим шаром і теплообмінними поверхнями

Завірюха Олександр Васильович - к.т.н., технічний директор ТОВ "ТКС Сервіс", м. Київ

Ключові слова: цукор, сушка, охолодження, барабанна сушильно-охолоджувальна установка, охолоджувач з псевдозрідженим шаром, охолоджувач з вільним потоком.

Приватизація цукрової галузі України і прихід на ринок приватних власників спричинили гостру необхідність в модернізації виробничих потужностей існуючих цукрових заводів. Перший етап модернізації цукрових заводів найчастіше мав за основну мету підвищення продуктивності підприємств в цілому за рахунок збільшення потужностей основного виробничого процесу, пов'язаного із зростанням кількості перероблюваної сировини, і збільшенням кількості виробленої продукції. При цьому, загальні процеси модернізації заводів рідко зачіпали глибоку модернізацію сушильно-охолоджувального відділення.

Підсумковим наслідком подібної модернізації ставало випереджаюче зростання переробної потужності заводів з проектних 2000-3000 т буряку на добу до 4000, 5000 і навіть 7000 т в порівнянні з ростом продуктивності існуючих сушильно-

охладжуючих комплексів. Кратне збільшення кількості перероблюваного буряку тут же виявило проблему забезпечення якісних параметрів готового продукту, в першу чергу пов'язаних з його вологістю і температурою, а також спричинило гостру необхідність в модернізації обладнання відділення сушки.

В загальному випадку, задача забезпечення необхідної якості цукру-піску по вологості і температурі з технічної точки зору не є особливо складною і давно вже вирішена. При цьому, в ситуації, що склалася на українських підприємствах, вирішення задачі забезпечення високої якості готового продукту в процесі його сушки і охолодження йшло по трьох основних напрямках:

1) забезпечення заводу сушильно-охолоджуючим обладнанням, продуктивність якого, з врахуванням кліматичних особливостей, відповідає продуктивності заводу в цілому. З технічної точки зору таке рішення є самим простим, надійним і правильним. На жаль, практична реалізація такого підходу передбачає кардинальну заміну практично всього обладнання відділення сушки і тягне за собою потребу у великих інвестиційних затратах;

2) модернізація діючого обладнання відділення сушки, без використання додаткового технологічного устаткування. Найдешевший спосіб, орієнтований на те, щоб отримати максимум можливого з уже існуючого обладнання. В цьому напрямку пішла переважна більшість українських заводів. Детальніше про наслідки такої модернізації викладено нижче;

3) компромісний варіант модернізації, що передбачає максимальне використання можливостей існуючого обладнання з організацією двостадійного процесу сушки і охолодження з використанням на другій стадії додаткових охолоджуючих або сушильно-охолоджуючих апаратів.

На переважній більшості українських цукрових заводів базовим устаткуванням відділення сушки цукру були і залишаються барабанні сушильно-охолоджуючі установки, які мають розрахункову номінальну потужність, закладену ще при проектуванні заводу.

Основним шляхом модернізації таких установок до цих пір була спроба збільшення їх валової продуктивності при дотриманні мінімально можливої вологості і температури готового продукту в умовах завжди обмеженого бюджету. Оскільки заміна діючого сушильно-охолоджувального апарату, як правило, не передбачалася, то модернізація сушильного відділення на більшості українських цукрових заводів зводилася до модернізації або заміни допоміжного устаткування для забезпечення форсованого режиму роботи базового апарату шляхом:

- підвищення температури повітря, що подається в сушарку;
- збільшення кількості повітря, що подається в сушильно-охолоджуючу установку до максимально можливого за умовами виносу частини продукту з апарату;
- збільшення часу перебування продукту в сушильно-охолоджуючих установках за рахунок збільшення його рівня, допустимого за умовами механічної міцності апарату.

Роботи, що проводились в такому напрямку по модернізації відділення сушки давали, звичайно, певний результат, але побічним ефектом ставало, як правило, погіршення якості готового продукту за рахунок:

- підвищення вологості готового продукту;
- підвищення температури готового продукту;
- підвищення стирання матеріалу;
- збільшення кількості матеріалу, який виноситься з сушильно-охолоджуючої установки.

Основною причиною погіршення якості готового продукту при форсуванні режиму роботи сушарки була і залишається неможливість необхідним чином врахувати фактор часу, який грає істотну роль в процесі сушки і охолодження цукру.

На початковому етапі проектування заводу в проект сушильного відділення цукрового заводу закладався час знаходження продукту в сушильно-охолоджуючій установці на рівні 200-220 с в номінальному режимі роботи. Після модернізації основної технології виробництва цукру і збільшення продуктивності заводу в 1,5-2 рази, в порівнянні з проектною, час знаходження продукту в сушильно-охолоджуючій установці зменшується, відповідно, до 100-110 с зі всіма витікаючими з цього наслідками.

Слід зауважити, що досягнення високої якості готового продукту і забезпечення оптимального процесу сушки цукру неможливе без ретельного врахування процесів тепло- і масопереносу, що відбуваються при його сушці і охолодженні. В загальному вигляді якісні процеси зміни параметрів цукру в ході його сушки і охолодження представлені на мал.1 і мал.2. Усереднені типові графіки кінетики сушки цукру-піску при різній температурі гріючого повітря і різній продуктивності представлені кривими 1 і 2 на мал.1. Відповідні їм графіки зміни температури продукту представлені на мал.2 кривими 3 і 4.

При проектній потужності заводу, барабанні сушильно-охолоджуючі установки дозволяють сушити цукор до вологості 0,04-0,06% при його температурі на виході з такої установки 32-35 0С (залежно від погодних умов). У номінальному режимі роботи, цього стану продукт досягає в точці «А» на кривій 1.

Збільшення продуктивності установки, скажімо, в 2 рази, в порівнянні з проектною, без зміни режиму її роботи, спричиняє за собою зменшення часу знаходження продукту в апараті також в 2 рази і продукт перейде в стан, в якому його вологість збільшиться до 0,09-0,12 %, а температура - до 53-55 0С (точка «Б» на мал.1).

Зрозуміло, що такі вологість і температура готового продукту є недопустимими, особливо при силосному зберіганні, тому доводиться вживати заходи по виправленню ситуації.

Кінетика сушки цукру

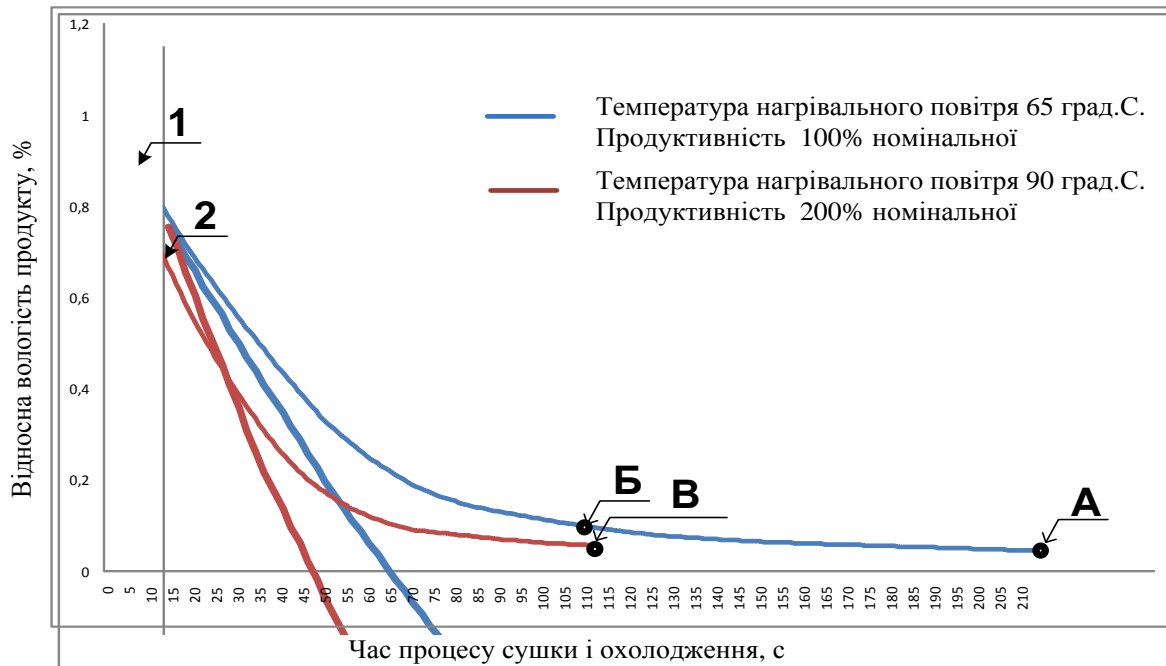


Рис.1

Зміна температури цукру в процесі сушки і охолодження

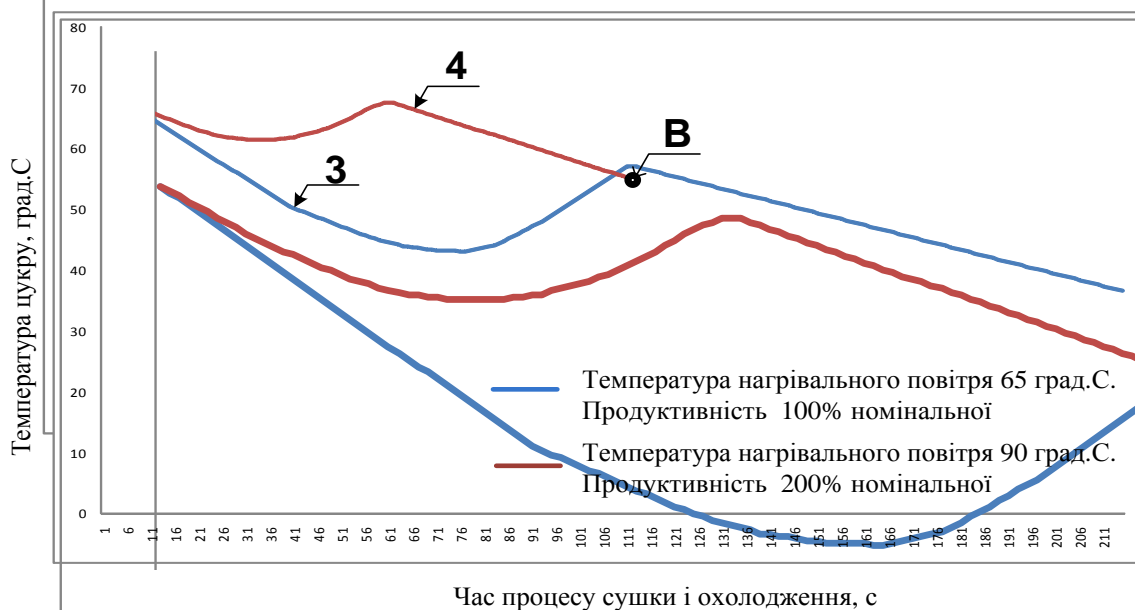


Рис.2

Оскільки час знаходження продукту в сушильно-охолоджуючому апараті залежить від його геометрії і не може бути істотно змінений без загрози пошкодження апарату, то понизити вологість продукту при подвоєній продуктивності можна лише за рахунок форсування процесу сушки шляхом збільшення і температури гріючого повітря і його кількості. Таке рішення дає певний ефект. Графік кінетики сушки продукту при збільшенні температури гріючого повітря зміщується в напрямку підвищення швидкості сушки (крива 2). Стан матеріалу переміщається в точку «В», з вологістю 0,05-0,06%. Правда, при цьому температура готового продукту підвищується до 42-45 °С, а в теплу пору року, на початку сезону, нерідко досягає 50-55°C і більше, що створює серйозні труднощі при зберіганні такого продукту. Остання обставина іноді змушує менеджмент підприємств затягувати початок сезону переробки буряку.

Таким чином, вже стало зрозумілим, що потенціал модернізації сушильних відділень цукрових заводів, орієнтований на форсування технологічних режимів роботи існуючого обладнання, себе вичерпав.

Подальше підвищення продуктивності заводу за умовами роботи відділення сушки і охолодження готового продукту без істотних інвестиційних витрат можливо лише на основі компромісного рішення, що передбачає сушку цукру в два етапи з максимальним використанням можливостей існуючих барабанних сушильно-охолоджуючих апаратів і їх допоміжного устаткування, а також використанням додаткових охолоджуючих або сушильно-охолоджуючих апаратів.

Останнім часом на ринку сушильно-охолоджуючого обладнання для цукру все частіше використовуються апарати з псевдозрідженим шаром. Основною властивістю технологій псевдозрідженого шару є дуже велика поверхня тепло- і масообміну, яка створюється в такому шарі, і яка недосяжна в апаратах іншого типу. Остання обставина дозволяє побудувати апарати, які здатні вести процеси сушки, сепарації і охолодження цукру в щадному режимі з високою якістю, мають велику одиничну продуктивність і які повною мірою дозволяють врахувати всі існуючі чинники процесу сушки-охолодження.

Разом з тим, технології псевдозрідженого шару добре працюють лише там і тоді, де їх застосування можливе і доцільне.

Статичні апарати з псевдозрідженим шаром непридатні для сушки цукру-піску, який має відносну вологість більше 0,5-0,6%. Саме цією обставиною обумовлені в цілому невдалі спроби ефективного використання на практиці апаратів СПС-20 розробки ВНДІСП і їх модифікацій. При цьому, спроби

модернізації цих апаратів, що проводились в заводських умовах шляхом установки різного роду механічних мішалок, побуджувачів і розрихлювачів особливого ефекту не дали. Створити стабільний псевдо-зріджений шар продукту з вологістю 0,8-0,9% не вдавалось. Особливі проблеми виникали в зоні завантаження вологого матеріалу.

В той же час, правильне використання технології псевдозрідженого шару дозволяє:

- побудувати гнучку структуру сушильно-охолоджуючого комплексу, який дозволяє отримувати продукт з високою якістю;
- значно знизити вимоги до матеріалу, що подається на сушку, по вологості і вмісту пилоподібних часток;
- максимально використати наявне обладнання;
- з максимальним ефектом використати наявні виробничі площі;
- виключити вплив людського фактору на технологічні процеси;
- істотно понизити вплив чинників навколишнього середовища;
- максимально використати в технологічному процесі вторинне тепло, включаючи тепло самого продукту, а також властивості охолоджуючої технічної води;
- мінімізувати загальні витрати на модернізацію.

Таким чином, на нашу думку, оптимальним рішенням для діючих цукрових заводів, на яких:

- вже проведена, проводиться або передбачається модернізація по збільшенню продуктивності основного виробництва,
- існують базові сушильно-охолоджуючі установки по сушці і охолодженню цукру;
- наявні проблеми з вільними виробничими площами,
- відсутні необхідні ресурси для кардинального оновлення обладнання відділення сушки,

є використання статичних апаратів з псевдозрідженим шаром з теплообмінними поверхнями, які мають бути встановлені після існуючих сушильно-охолоджуючих апаратів.

Структура відділення сушки для такого випадку представлена на мал.3.

Реалізація запропонованої на мал.3 схеми сушильно-охолоджуючого відділення дозволить:

- істотно знизити вимоги до вологості і температури продукту на виході з існуючого барабанного сушильно-охолоджуючого апарату. При необхідності, можна відмовитися від його роботи в режимі охолодження, істотно підвищивши, тим самим, пропускну

спроможність і продуктивність. Допустима вологість продукту на виході з такого апарату може досягати 0,2-0,3% при температурі до 60 °С і більше;

- отримати вологість готового продукту на виході з охолоджувача на рівні 0,015-0,03% при його температурі 25-27 °С на початку сезону і 20-22°С в кінці сезону;

- забезпечити, при необхідності, два режими роботи охолоджувача з псевдозрідженим шаром:

- режим з активною сушкою продукту;
- режим лише охолодження продукту;

- забезпечити контрольовану сепарацію вхідного матеріалу, видаливши з нього дрібні і пилоподібні частки;

- забезпечити щадний з механічної точки зору режим сушки і охолодження, що мінімізує руйнування кристалів продукту;

- використати повітроочисне устаткування мінімальних габаритів.

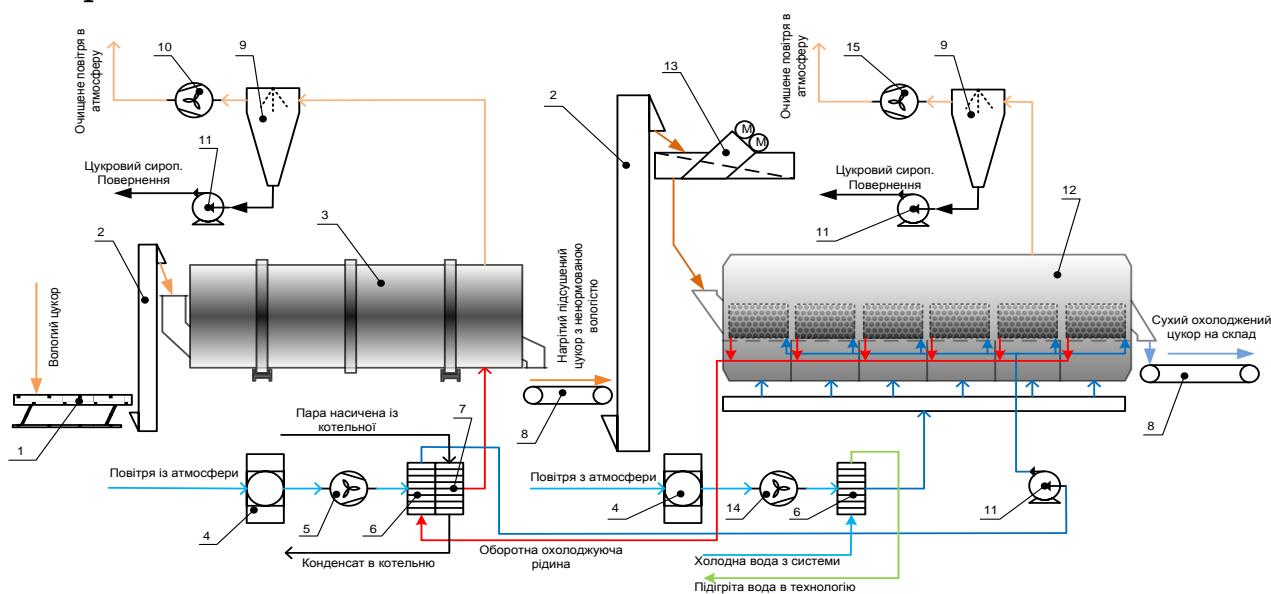


Рис.3. Структурна схема відділення сушки з охолоджуючим (сушильно-охолоджуючим) апаратом з псевдозрідженим шаром з теплообмінними поверхнями:

1- транспортер вібраційний, 2 – елеватор ковшовий, 3 – існуюча барабанна сушарка, 4-повітряний фільтр; 5 – існуючий нагнітаючий вентилятор барабанної сушарки, 6 – водо-повітряний теплообмінник; 7 – паро-повітряний теплообмінник, 7 – стрічковий транспортер, 9 – мокрий скрубєр, 10 – існуючий витяжний вентилятор барабанної сушарки; 11 – відцентрові насоси, 12 – охолоджуючий (сушильно-охолоджуючий) апарат з псевдозрідженим шаром і теплообмінними поверхнями, 13 – ситовий сепаратор, 14 – нагнітаючий вентилятор апарату з псевдозрідженим шаром, 15 – витяжний вентилятор апарату з псевдозрідженим шаром.

Слід зауважити, що, окрім сушильно-охолоджуючих апарату киплячого шару з

теплообмінними поверхнями, можливо також використання статичних апаратів з псевдозрідженим шаром без теплообмінних поверхонь, основною перевагою яких є менша вага і вартість. Недоліком таких апаратів є більша потреба в технологічному повітрі, і, як наслідок, більші габарити як самих апаратів, так і допоміжного очисного обладнання.

Окремо хотілося б дати коротку оцінку статичних вертикальних охолоджувачів цукру з вільно-падаючим потоком продукту. Такі апарати пропонують компанії Solex Thermal Science Inc, ВМА Braunschweigische Maschinenbauanstalt AG та інші.

Безперечною перевагою таких апаратів є відносно невелика маса, габарити і займана площа, висока питома продуктивність, а також низькі питомі витрати електроенергії на процес охолодження.

При цьому, як завжди і буває, недоліки таких апаратів є продовженням їх достоїнств.

Головний недолік – загроза появи конденсату на холодних поверхнях охолодження при переробці перезволоженого продукту, що має вологість більше 0,04%. Іншими словами, їх можна використовувати лише тоді, коли є повна впевненість в тому, що вологість матеріалу, що подається в них, не перевищує 0,03-0,04%.

Крім того, принцип дії подібних апаратів і їх конструктивні особливості викликають сумнів у можливості організації в таких апаратах повноцінного псевдозрідженого шару через фізичні властивості самого продукту. Розрахунки показують, що створення псевдозрідженого шару цукрового піску висотою 5-7 метрів (у нерухомому стані) потребує наступних параметрів нагнітаючої машини:

- витрати технологічного повітря – до 9000 м³/ч;
- тиск технологічного повітря – до 80 000 Па;
- встановлена потужність електроприводу – до 200 кВт.

В той же час, очевидно, можлива організація часткового псевдозрідженого шару у верхній частині вертикального охолоджуючого апарату, який дозволив би забезпечити його стійку працездатність за рахунок сушки продукту, що поступає з підвищеною вологістю. Проте подібного роду доробка багато в чому нівелює первинні переваги апаратів і збільшує і так немалу їх вартість.

На сьогоднішній день ООО «ТКС Сервіс» розробляє, виготовляє в Україні і пропонує своїм замовникам сушильні і сушильно-охолоджуючі апарати із стаціонарним псевдозрідженим

шаром з теплообмінними поверхнями і без них, апарати з вертикальним вільно-падаючим потоком, а також апарати з віброкиплячим шаром продуктивністю 20-50 т/ч по готовому продукту. Можемо виконати весь комплекс робіт, а також адаптувати типове устаткування під особливі вимоги і умови замовника.

Наші координати: +38044-495-77-14, +38044-495-77-14, +36067-448-19-61, *www.tksservis.com*.

Література

1. А.Ф.Заборсин, А.А. Дмитрюк. Сушка и охлаждение сахара-песка в псевдоожигенном слое. М: Пищевая промышленность, 1979.
2. М.Я. Азрилев. Технологическое оборудование свеклосахарных заводов. М: Агропромиздат, 1986.
3. Х.Хафеман, Х.Грибель. Сушка и охлаждение сахара с учетом специфических требований и условия окружающей среды. Ж: Сахар и свекла. №1, 2013 – с.20-25.

Підготовка цукрових буряків до переробки: транспортування, очистка, отримання стружки та екстракція цукру

Хоменко Микола Дмитрович - д.т.н., проф.

Кафедра виробництва цукру та сахаридів ПЦДО НУХТ

Визначальними чинниками або складовими для досягнення високих технічно-економічних показників роботи цукрових заводів, *серед інших*, основними являються:

- висока якість буряків, що надходять на переробку;
- високий технічний рівень підприємства;
- висока професійна кваліфікація технічних працівників та спеціалістів основних технологічних процесів, та ін.

Аналізуючи результати роботи бурякоцукрового комплексу за останні роки, можна зробити висновок, що за ці роки суттєво змінився підхід до проведення селекційної роботи, технології вирощування, якісного контролю за проростанням та збиранням цукрових буряків. І, як результат, значно підвищилися : урожайність, дигестія, вихід цукру з 1 га бурякового поля.

Але, в той же час, втрати сировини залишаються дуже великими:

- так в сезон переробки буряків 2015-2016 роки – 36-ть працюючих цукрових заводів допустили втрати 184 000 тонн буряків,

- а в сезон переробки буряків 2016-2017 років – 42 працюючими цукровими заводами втрачено 222 000 тонн буряків. (Дані НАЦУ «Укрцукор»).

Для більш реальної оцінки (сприйняття) фактичних втрат сировини в останній сезон переробки буряків, подивимося з іншої сторони: $222\ 000 : 30 = 7\ 400$ автомобілів вантажністю 30 тонн.

Представте собі таку колону машин з буряками, яка пішла в НІКУДИ.. А, як реально, то ця маса цукрових буряків втрачена на бурякопунктах і в бурякопідготовчих відділеннях працюючих в сезон цукрових заводів.

Майже таку кількість сировини переробили в останній сезон:

- ТОВ «Олександрійський ц/з-д – 228 600 тонн;
- ПП «Європа цукор» (Іваничівський ц/з-д) – 230 500 тонн;
- ВАТ «Новоіванівський ц/з-д» - 234 100 тонн.

Тобто по кількості втраченої сировини в цукровій галузі в сезон 2016-2017 років не працював один цукровий завод.

В собівартості готової продукції – цукру – сировина складає біля 60% - це загально визнана цифра.

Тому найбільш актуальними проблемними питаннями і умовами, які передують для ефективної роботи бурякоцукрового виробництва є, безумовно, високоякісна підготовка сировини та зменшення її втрат, що можливо при якісному виконанні необхідних процесів та заходів, в тому числі:

- виконання усіх вимог передбачених і викладених у рекомендаціях «Прогресивная технология приемки и хранения сахарной свеклы» (Государственный агропромышленный комитет СССР, 1987г.); (Виконання актуальні і сьогодні).

- мінімальне подрібнення і пошкодження коренів буряків при роботі з буряками;

- рівномірна і безперервна подача буряків із місць розвантаження і зберігання в лоток гідротранспортера для транспортування на переробку;

- якісне і стабільне формування потоку буряководяної суміші в співвідношенні буряки:вода рівним 1:7(1:8) – як оптимальне;

- безперервний та рівномірний, з оптимальними параметрами, потік буряководяної суміші по усій довжині лотка гідротранспортера;

- агрегати для підйому буряководяної суміші із наземного лотка гідротранспортера в надземний повинні працювати в

оптимально-економічному режимі (Q-N характеристика буряконасоса);

- високоефективна робота обладнання станції очистки буряків від легких і важких домішок;

- максимально можливе відмивання буряків від зв'язаних ґрунтів (почв);

- мінімальні втрати бурякомаси і цукру при роботі з буряками у бурякопідготовчому відділенні;

- отримання високоякісної бурякової стружки;

- отримання високоякісного дифузійного соку із буряків різної якості.

Доцільно враховувати також, що:

- 1 г ґрунту (почви) може містити від декількох мільйонів до декількох мільярдів мікроорганізмів (за даними Тота Жиги, д.т.н., професора Угорського інституту цукрової промисловості), які зі стружкою надходять в дифузійний апарат, живляться і розмножуються за рахунок цукру збільшуючи невраховані втрати;

- 1% домішок і забруднень до м.б., що надходять у дифузійний апарат, зменшують вихід готової продукції на 0,132% до маси буряків;

- підвищена залишкова забрудненість буряків гичкою і рослинністю зменшує вихід цукру за рахунок його збільшення в мелясі.

Необхідно знати і враховувати, що від якості підготовки сировини і грамотного та успішного проведення одного з найважливіших технологічних процесів – сокодобування, тобто отримання соку високої доброякісності і чистоти, здебільшого залежить: -уникнення додаткових втрат цукру при подальшому обробленні дифузійного соку;

- зменшення витрат енергоресурсів та матеріалів на усіх подальших станціях обробітку напівпродуктів на верстаті заводу;

- зменшення вмісту цукру в мелясі.

• Можна зробити однозначний висновок: якщо втратили цукор при роботі з буряками, а це :

• - при прийманні і збереженні;

• - при транспортуванні на переробку з одночасним очищенням від домішок та забруднень; - при відмиванні та обробленні стерилізуючими засобами від мікробіологічних забруднень ;

• - при проведенні процесу екстракції в дифузійному апараті, = то далі на верстаті в основному корпусі заводу - не варто його шукати – його не додасться, тому що ми його туди не ввели.

- При цьому слід чітко знати, що при роботі з буряками в бурякопідготовчому відділенні ми втрачаємо цілі відсотки (проценти) цукру до маси буряків, а в основному корпусі заводу боремося за соті і тисячні долі відсотків.

Науково встановлено, що працюючі цукрові заводи втрачають (на ділянці: кагатне поле-дифузія), усереднено, 1500 - 1600 т цукру при переробленні 100 000 тонн буряків. Зменшення цих втрат – це наш потенціал ! для підвищення кількісних величин коефіцієнта виробництва і коефіцієнта заводу.

Якщо більш глибоко і конкретніше розглянути проблемні питання по вище приведених заходах, і практичне їх виконання, можна рекомендувати:

1. Зменшення втрат маси сировини і цукру у виробництві:- можна досягнути :

- шляхом впровадження прогресивної технології приймання і збереження цукрових буряків. Тобто виконати усі рекомендації « Прогресивная технология приемки и хранения сахарной свеклы», які передбачають будівництво площадок з твердим покриттям, механізованих складів з підтриманням температурно-вологостних режимів при збереженні буряків та гідравлічним розвантаженням буряків.

- зменшенням, масового подрібнення і пошкодження коренів буряків при ударах по твердих перегородках та корінь об корінь в процесі навантажувальних і розвантажувальних робіт на транспортні засоби і з них, - шляхом зменшення, по можливості, числа перевантажень;

- зменшенням подрібнення і втрат битої маси шляхом зменшення висоти падіння коренів на усіх ділянках переміщення по технологічному обладнанню, та ін.

- якісною організацією робіт при подачі цукрових буряків з місць збереження і місць розвантаження, які повинні проводитись з мінімальним подрібненням коренів. При цьому найбільш ефективним є спосіб використання механічних бурячних, складів, сплавних площадок, залізнично дорожних та автомобільних розвантажувальних вузлів - обладнаних системами гідравлічного розвантаження та подачі буряків водобоями на переробку.

- Механізми для роботи з буряками повинні бути щадящими з точки зору збереження цілостності коренів. Це може бути заміна:

- - тракторних гусеничних бульдозерів з подовженою стрілою на бурякоподавачі типу Ш1-ПСП для подачі буряків в лоток гідротранспортера;

- - тракторних лопат ПТС-77 на колісні бурякоподавачі типу Ш1- ПСП для виконання навантажувальних робіт на транспортні засоби, підбирачів та подавачів буряків на при заводських бурякопунктах.

2. Забезпечити *ритмічну, безперервну та рівномірну подачу буряків* на переробку із місць збереження і місць розвантаження – основна умова стабільної роботи обладнання устанавленого на тракті подачі буряків, високоякісної їх очистки від домішок, а також ефективної роботи обладнання мийного відділення.

Досягається ритмічна подача формуванням і регулюванням потоку буряководяної суміші у співвідношенні буряки:вода рівним 1:7(1:8) по усій довжині лотка гідротранспортера, як оптимальне при транспортуванні буряків у відкритих руслах, роботою регулюючого вузла, який включає в собі: вертикальну та горизонтальну решітки і пульсуючий шиббер. Регулюючий вузол повинен бути правильно виготовлений і управлятися дистанційно оператором з мийного відділення і по місцю.

Ритмічна робота цукрового заводу *ізначально та на протязі усього сезону* переробки буряків *формується, забезпечується і підтримується ритмічною подачею буряків на перероблення.* Для цього також необхідно створити умови:

- ширина лотків гідротранспортерів (наземних і надземних) і нахил їх днища по усій їх довжині повинні відповідати рекомендованим для конкретної продуктивності заводу;

- геометричні розміри лотків і фактична кількість буряководяної суміші повинні забезпечити оптимальні параметри роботи гідротранспортера : швидкість потоку $v = 1,2-1,5$ м/с; висота потоку $h = 400-450$ мм:

- устанавлене по довжині гідравлічного транспортера і в мийному відділенні обладнання повинно бути сучасним і відповідати продуктивності цукрового заводу;

- устанавка і налагодження обладнання повинно бути виконано в відповідності з вимогами інструкції по експлуатації. Виконання належним чином вищеназваних умов забезпечить високоефективну роботу обладнання по очистці буряків від легких і важких домішок

Практично, на усіх цукрових заводах України, в технологічній схемі передбачено *підйом буряководяної суміші* з наземного лотка гідротранспортера в надземний з використанням різних типів буряконасосів. Усі типи буряконасосів вітчизняного і зарубіжного виробництва подрібнюють і пошкоджують корені буряків. Першопричиною подрібнення і травмування – є частота обертання робочого колеса, яка залежить від фактичної висоти підйому буряководяної суміші. Так, при висоті підйому $H=20-25$ м

подрібнення становить 5-6% і - це закономірність для буряконасосів усіх типів.

Крім того, ступінь подрібнення додатково збільшується при невідповідності Q-H характеристики роботи буряконасоса фактичній продуктивності і фактичній висоті підйому конкретно взятого цукрового заводу. Збільшується ступінь подрібнення при зменшенні співвідношення буряки-вода в потоці від оптимального 1:7(1:8), а також при неправильному виконанні вхідного вузла на всасі і вихідного коліна на вході із буряконасоса, що потребує підвищити частоту обертів робочого колеса.

Як висновок, на станції підйому буряків із наземного лотка гідротранспортера в надземний (в мийне відділення заводу) – мають місце – значне додаткове подрібнення коренів і, як результат, значні додаткові втрати бурякомаси і цукру. Необхідно створити належні умови для ефективної роботи буряконасосів, тобто виконати надані рекомендації по цих питаннях.

Неякісна очистка цукрових буряків від домішок та забруднень негативно впливає на роботу бурякорізок і на отримання високоякісної бурякової стружки. Забрудненість коренів зв'язаними ґрунтами збільшує витрати бурякорізних ножів, знижує якість стружки та зменшує продуктивність бурякорізки при оптимальних швидкостях зрізання. Як показує аналіз роботи мийних відділень цукрових заводів, залишкова забрудненість буряків залишається високою. Для підвищення ступеню відмивання буряків, необхідно *впроваджувати прогресивне обладнання*, яке дозволяє проводити процеси інтенсифікації відмивання коренів буряків, в тому числі шляхом використання кінетичної енергії високо напірних струй води і потенційної енергії стисненого повітря. Отримання високоякісної бурякової стружки можливо при достатньо високому очищенні і мінімальному подрібненні коренів буряків та ефективній експлуатації обладнання.

Якість бурякової стружки є визначальною в роботі дифузійних апаратів.

При якісному і належному виконанні вищезазваних заходів, значно підвищиться ступінь очистки буряків, значно уменшаться втрати бурякомаси і цукру в бурякопідготовчому відділенні, що дозволить отримати високоякісну бурякову стружку, грамотно та ефективно провести процес вилучення цукру, отримати дифузійний сік високої доброякісності і чистоти, а тим самим зменшити невраховані втрати цукру, зменшити енергетичні та матеріальні ресурси при подальших процесах обробки напівпродуктів на верстаті заводу.

В цілому, при грамотному і кваліфікованому проведенні робіт з сировиною та процесів при її переробленні - гарантовано і можливо досягнути – збільшення виходу цукру, високої якості, низької собівартості, тобто конкурентоздатного.

Другим проблемним питанням - є технічний рівень підприємства. Аналіз роботи цукрових заводів України в сезон переробки буряків 2016-2017 років: - коефіцієнт використання виробничих потужностей характеризується простоями які склали: цехові 62,96 діб., позацехові 101,98 діб, що говорить, що над підвищенням технічного рівня цукрових заводів необхідно активно працювати.

Не менш важливим питанням є кадровий потенціал – кваліфікація технічних працівників та спеціалістів основних технологічних процесів. Виробництво, в більшості проведення процесів автоматизовано, тому треба розуміти як управляти процесами, а для цього необхідно готувати кадри шляхом підготовки і підвищення кваліфікації.

Проблеми в виробництві присутні, над їх ліквідацією треба працювати з метою підвищення кількісних показників – коефіцієнта виробництва і коефіцієнта заводу. Потенціал для цього є.

Концентрування фільтрованого соку другої сатурації зворотним осмосом

Миرونчук Валерій Григорович – д.т.н., професор, завідувач кафедри

Змієвський Юрій Григорович – к.т.н., доцент

Кафедра технологічного обладнання та комп'ютерних технологій, НУХТ

Вступ. Останнім часом сфера застосування мембранних процесів значно розширилась, особливо у харчовій промисловості. Це пов'язано не лише з високою якістю продукції, яку можна отримати за допомогою мембранних технологій, а й зі зростанням вартості енергоносіїв, таких як газ, вугілля та електроенергія. Традиційно у технологіях харчових виробництв застосовують випарні установки для концентрування розчинів. Такі установки споживають значну кількість теплової енергії [1]. Такий стан викликав активне впровадження мембранних технологій у галузях харчової промисловості. Так, наприклад, при переробці молочної сироватки застосовують нанофільтрацію або зворотний осмос для

попереднього її концентрування перед випарною установкою [2], що дозволяє знизити енергоємність її переробки.

В цукровій промисловості, яка традиційно споживає значну кількість теплоти на концентрування соку у випарних установках, впровадження мембранних технологій стримується по декільком причинам. По-перше, великі об'єми розчину, який необхідно переробляти, призводить до збільшення кількості обладнання, що в свою чергу збільшує його вартість. По-друге, сезонність виробництва та специфічні властивості цукрових розчинів. По-третє, відсутність відповідних наукових досліджень не дозволяє провести повний техніко-економічний аналіз такого технічного рішення.

Враховуючи сказане, метою представленої роботи була оцінка перспектив щодо впровадження зворотного осмосу, як методу попереднього концентрування фільтрованого соку другої сатурації перед випарюванням.

Матеріали і методи досліджень. Для дослідження використовували фільтрований сік другої сатурації, який був отриманий на Узинському цукровому заводі (Україна) у вересні 2016 року. Початковий вміст сухих речовин був 15,2 %. Вимірювання здійснювали рефрактометром УРА-1.

Фільтрований сік другої сатурації позбавлений більшості колоїдних часток та значної кількості нецукрів, що створює сприятливі передумови для можливого застосування мембранних процесів. Однак, температура такого соку становить 90-96 °С. Зворотноосмотичні мембрани можуть витримувати максимум 45 °С, що потребує відповідного охолодження фільтрованого соку другої сатурації. З огляду на це, більшу перспективу мають керамічні мембрани. Проте, на сьогодні, розміри їх пор коливаються в значних межах, що не забезпечує якісного зворотноосмотичного концентрування. Тому нами використовувались полімерні мембрани.

Експериментальні дослідження проводились на мембранній комірці тупикового типу з ефективною площею мембрани $1,3 \cdot 10^{-3}$ м². Застосовували зворотноосмотичну мембрану РМ Нанотех, яку спочатку ущільнювали шляхом фільтрування крізь неї дистильованої води при тиску 6 МПа до встановлення постійної продуктивності. Температура розчинів була 20 ± 3 °С.

Результати та їх обговорення. Експериментально було встановлено, що потік пермеату (фільтрату) практично відсутній при накладанні тиску, нижчого за 1 МПа. Це пояснюється високим осмотичним тиском (π) соку [3], який в нашому випадку становив близько 0,56 МПа. Для реалізації зворотного осмосу повинна виконуватись умова $\Delta P > \pi$ (ΔP – робочий тиск).

Встановлено, що питома продуктивність J зростає лінійно в межах тисків 1-4 МПа, далі спостерігається відхилення від лінійної залежності. Очевидно, що причиною зниження приросту J з підвищенням тиску є концентраційна поляризація або забруднення мембрани. Для перевірки останнього припущення, фільтрований сік другої сатурації був сконцентрований при 6 МПа до моменту поки питома продуктивність не впала майже до нуля. Селективність мембрани по сухим речовинам у всіх випадках перевищувала 99 %.

Питома продуктивність при концентруванні вказаного розчину змінювалась рівномірно, що дозволяє зробити припущення про відсутність осаду на поверхні розділення. Таким чином, концентраційна поляризація є причиною криволінійної залежності J від ΔP . Це означає, що потрібно покращувати гідродинамічні умови в напірних каналах при переході від лабораторних досліджень до промислових випробувань.

Фільтрований сік другої сатурації був сконцентрований у 2,5 рази, кінцевий вміст сухих речовин був в межах 38 %, що майже на 10 % більше за вміст сухих речовин в соці після другого корпусу випарної установки. Проте спостерігалось зменшення питомої продуктивності від 7,0 до 0,8 кг/(м²·год) для коефіцієнту концентрування 2 і вище.

Опираючись на те, що мінімальна питома продуктивність має бути не менше 10 кг/(м² год), зворотним осмосом перед згущенням у випарних установках з фільтрованого соку другої сатурації можна видалити близько 55 % води, що видаляється випарюванням. В такому разі не відбувається фазового переходу розчинника, що з енергетичної точки зору значно вигідніше. Також зменшується дія високих температур на сахарозу, що зменшує її термічний розклад і підвищує якість кінцевого продукту.

Завод продуктивністю 6 000 тон буряку на добу споживає близько 300-390 тон умовного палива за добу (343-445 тис. м³ природнього газу) на випарювання соку [4]. Якщо порівняти питомі витрати теплової енергії на випарювання і електроенергії на концентрування за рівних значень початкової та кінцевої концентрації цукрових розчинів, то споживання енергоносіїв знижується на 20-25 % при застосуванні мембранних процесів.

Висновки.

Дослідження по концентруванню фільтрованого соку другої сатурації зворотним осмосом показали, що при тиску 6 МПа можна видалити близько 55 % від необхідної кількості води. Селективність по сухим речовинам становила 99 %. Отже, попереднє концентрування зворотним осмосом фільтрованого

соку другої сатурації можна використати в апаратурно-технологічній схемі випарної установки. Це потребує більш глибокого вивчення суміщення мембранного та теплового концентрування соку до 60-65 % сухих речовин.

Література

1. Spiegler K.S., El-Sayed Y.M. The energetics of desalination processes / K.S. Spiegler, Y.M. El-Sayed // *Desalination*. - 2001. - V. 134. - P. 109-128.

2. Salehi F. Current and future applications for nanofiltration technology in the food processing / F. Salehi // *Food and Bioproducts Processing*. - 2014. - V. 91. - P. 161-177.

3. Gul S. Energy saving in sugar manufacturing through the integration of environmental friendly new membrane processes for thin juice pre-concentration / S. Gul, M. Harasek // *Applied Thermal Engineering*. - 2012. - V. 43. - P. 128-133.

4. Сапронов А. Р. Технология сахара / А. Р. Сапронов. – Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 232 с.

Удосконалення промислової кристалізації та поліпшення якості цукру

Скорик Костянтин Дмитрович - к.т.н., проф.

Кафедра виробництва цукру та сахаридів ПЦДО НУХТ

За останні роки в цукровій промисловості України стабільно нарощується випуск якісного цукру I та II категорії. Якщо у виробничий сезон 2012 р. цукру I категорії вироблено 1,7%, то в сезон 2016 р. – вже 30,6% від загального обсягу готової продукції (див. таблиці 1 і 2). Виробництво цукру II категорії також суттєво підвищилося: 8,7% у 2012 р. порівняно з 20,6% у 2016р. Незважаючи на те, що в 2016 р. працювало 42 цукрових заводи, досить помітно зросла кількість підприємств, які можуть випускати цукор, що за якісними показниками задовольняє сучасні потреби ринку. Завдяки цьому, вітчизняна цукрова галузь сумарно в сезон 2016 р. випустила 51,2% цукру I та II категорії, що майже вп'ятеро більше, ніж було в сезоні 2012 року (10,4%). В сезон 2016 р. випущено найбільше цукру I категорії за всі попередні роки – 614 тис. т, або 30,6%. Передові підприємства галузі почали приділяти увагу і випуску цукру, який задовольняє також і додатковим вимогам виробників безалкогольних освіжаючих напоїв (Coca-Cola, Pepsi-Cola тощо).

Таблиця 1. Виробництво в Україні цукру різних категорій за останні сезони, тис. тонн

Рік	Всього вироблено	I категорії	II категорії	III категорії
2016	2 007,907	614,493	412,977	976,873
2015	1430,086	336,030	129,601	962,324
2014	2081,014	192,094	446,143	1434,244
2013	1212,135	114,423	295,620	795,175
2012	2226,376	37,344	194,083	1890,080

Таблиця 2. Розподіл цукру за категоріями, % від загального обсягу виробництва

Рік	I категорії	II категорії	III категорії
2016	30,6	20,6	48,6
2015	23,5	9,1	67,4
2014	9,2	21,4	68,9
2013	9,4	24,4	65,6
2012	1,7	8,7	84,9

З метою більш повного використання резервів у кристалізаційних відділеннях доцільно впроваджувати сучасні технологічні прийоми, обладнання, методи хіміко-технічного контролю процесів та засоби автоматизації. Основні сучасні напрями удосконалення роботи кристалізаційних відділень розглянуто нижче.

Необхідно забезпечити якісну фільтрацію сиропу з клеровкою. Використовувати допоміжні фільтрувальні матеріали – працювати з намівом фільтроперлиту або кізельгуру. Впроваджувати сучасні типи фільтрів – патронні та фільтр-преси, а також фільтрувальні тканини: монофіламентні, мультифіламентні із поліпропілена та поліаміда. Враховувати позитивний досвід – на окремих вітчизняних заводах застосовують більш ефективну схему з роздільною фільтрацією сиропу та клеровки.

Підвищити чистоту сиропу і клеровки. Зменшити вміст солей кальцію в очищеному соку та сиропі. При нормальній роботі цукрового заводу намагаються підтримувати мінімально можливий вміст солей кальцію в очищеному соку і сиропі (наприклад, 0,01–0,02 % CaO на 100 г СР або менше). При переробці буряків погіршеної якості даний показник зростає в кілька разів (до 0,15–0,20 % CaO і більше), що призводить до низки негативних впливів на технологію: зростає ступінь “загорання” фільтрувальних тканин на фільтрах, підвищується в’язкість напівпродуктів, суттєво зменшується швидкість

фільтрації, знижується швидкість кристалізації у вакуум-апаратах; підвищується каламутність цукрових розчинів і вміст золи у цукрі тощо.

Впровадження схеми з маточним утфелем реально підвищує ефективність роботи кристалізаційного відділення.

Використовувати високоякісні затравні матеріали: кристалічні пасти або суспензії з максимально можливою рівномірністю центрів кристалізації.

Обов'язково застосовувати поверхнево-активні речовини (ПАР) і піногасники згідно з інструкціями.

При реконструкції кристалізаційних відділень заводів доцільно впроваджувати трикристалізаційну схему з монтажем вакуум-апаратів з механічними циркуляторами, які випускають вітчизняні фірми. Вакуум-апарати оснащені високоефективним механічним циркулятором з частотно-регульованим приводом, характеризуються мінімальним об'ємом первинного набору та оптимальною площею поверхні теплообміну тощо. Рівень цін на наші вакуум-апарати суттєво нижчий за ціни на аналогічне обладнання європейських виробників. Параметричний ряд представлений типорозмірами місткістю 40, 50, 60, 75, 80 та 90 т утфелю. В приводі використовуються мотор-редуктори імпортової поставки, які добре себе зарекомендували. Вакуум-апарати повністю автоматизовані із застосуванням ефективних засобів контролю та регулювання процесу уварювання. Новітні засоби автоматизації (наприклад, з використанням систем автоматизації уварювання з датчиками у мікрохвильовому діапазоні хвиль) дозволяють повністю контролювати процес уварювання.

Застосовувати сучасні центрифуги та сита, які мають більший фактор розділення та необхідні розміри комірок сит. Забезпечити фільтрування води на пробілювання цукру в центрифугах через тканину із розмірами пор 1-5 мкм.

Використовувати сучасні автоматизовані системи оброблення утфелів в центрифугах.

Кристалізацію охолодженням утфелю останнього ступеню доцільно проводити у вертикальних мішалках-кристалізаторах.

Застосовувати нові методи контролю роботи кристалізаційних процесів. Особливу увагу звертати на забезпечення рівномірного гранулометричного складу кристалів у зварених утфелях. Обов'язково визначати середній розмір кристалів $M.A.$ і коефіцієнт нерівномірності кристалів $S.V.$ цукру.

Таким чином, технологічні резерви у кристалізаційному відділенні створюють передумови для забезпечення конкурентоспроможності вітчизняного цукру. Показники якості готової продукції слід довести до рівня, що відповідають, як

мінімум, другій категорії якості згідно з вимогами ДСТУ на цукор білий. Для цього потрібно працювати на кондиційних буряках, проводити процеси в оптимальних умовах, застосовувати сучасні технології та обладнання, попереджати виникнення причин та порушень технологічних регламентів, які призводять до погіршення якості білого цукру. Вказані заходи дозволять підвищити рівень цукрової галузі та забезпечити високу якість цукру.

Моделювання процесу промислової кристалізації цукру в пристінному шарі нагрівальної трубки вакуум-апарата

Погорілий Тарас Михайлович - к.т.н., доц.,

Миرونчук Валерій Григорович - д.т.н., професор, завідувач кафедри

Кафедра технологічного обладнання та комп'ютерних технологій, НУХТ

Вступ. Процес масової кристалізації сахарози при уварюванні цукрових утфелів є самим енергоємним у промисловому виробництві цукру. Для його керування та зменшення енерговитрат необхідно створити математичну модель цього процесу, яка б найповніше його описувала. Саме цьому й присвячена дана робота.

Матеріали і методи. В зв'язку з тим, що при створенні математичної моделі процесу масової кристалізації сахарози врахувати всі теплофізичні характеристики (густина ρ , коефіцієнт теплопровідності c , коефіцієнт температуропровідності a , коефіцієнт теплоємності λ окремо для: парової бульбашки; між кристального розчину сахарози; кристалів цукру; та утфелю; коефіцієнт дифузії міжкристального розчину сахарози D), технологічні характеристики (вміст сухих речовин CP та чистота $Ч$ окремо для між кристального розчину сахарози та для утфелю; та вміст кристалів цукру KP в утфелі) а також гідродинамічні характеристики (швидкість руху \bar{u} та в'язкість μ утфелю, тиск p в кожній досліджуваній точці вакуум-апарата), надзвичайно складно (або ж навіть практично неможливо), вимушені були прийняти ряд спрощень.

В силу цього математична модель процесу масової кристалізації сахарози, що розробляється, носить ідеалізований характер.

В першу чергу всі процеси масової кристалізації сахарози розглядаємо з точки зору нестационарних процесів тепло- та масообміну, що взаємопов'язані між собою. При створенні математичної моделі тепло- та масообміну при масовій кристалізації сахарози утфель, що представляє собою багатофазну систему (парова бульбашка-міжкристальний розчин сахарози-кристал цукру, або ж тільки міжкристальний розчин сахарози-кристал цукру) розглядали з точки зору комірчастої моделі. В даному випадку спочатку було розглянуто об'ємну комірчасту модель такої системи комірок, що складається з двох кристалів цукру, кожен з яких, в свою чергу, оточений відповідною за об'ємом коміркою міжкристального розчину сахарози. Кристали цукру в ідеалізованому випадку представляли у вигляді прямокутних призм (паралелепіпедів). Для кожного кристалу товщина міжкристального розчину сахарози приймалась однаковою по всій поверхні відповідного їй кристалу і розподілялась пропорційно до площі поверхні такого кристалу (рис. 1).

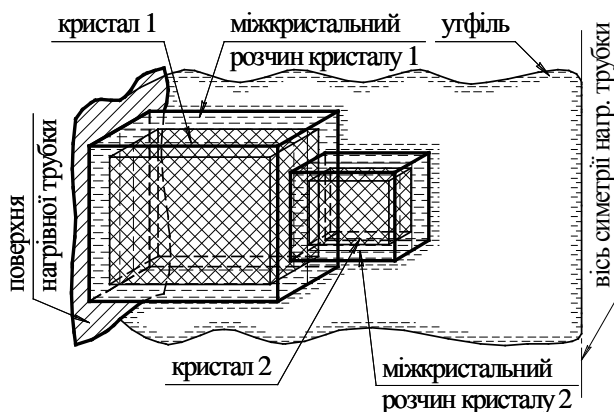


Рис. 1. Схема розташування системи комірок: більший (1) та менший (2) кристали цукру-міжкристальні розчини сахарози, що оточують відповідно більший (1) та менший (2) кристал цукру-утфель

Оскільки для такої об'ємної системи комірок знайти розв'язок системи нестационарних спряжених задач теплообміну та дифузійного масообміну аналітичними методами надзвичайно складно (або ж практично неможливо), було зроблено еквівалентний перехід від об'ємної моделі системи комірок (рис. 1) до одновимірної системи комірок.

Таким чином, в даному випадку одночасно розв'язувались: нестационарна задача теплопровідності для всієї системи комірок (що складалась із семи окремих задач, кожна з яких стосувалась окермої області) та три окремих нестационарних задачі дифузійного масообміну для комірок міжкристального розчину

сахарози, що відповідають різним областям міжкристального розчину сахарози.

В силу складності одночасного розв'язку такої системи нестационарних задач тепло- та масообміну, було застосовано чисельні методи на основі методу кінцевих різниць.

Система комірок розглядалась такою, що більший (1) та менший (2) кристал цукру разом з їх відповідними комірками міжкристального розчину сахарози (рис. 1) постійно контактують між собою протягом всього часу перебування цієї системи комірок в нагрівальній трубці гріючої камери вакуум-апарата. Також було прийнято, що така система комірок постійно контактує з поверхнею нагрівальної трубки протягом всього часу перебування в ній.

Обрахунки проводились при наступних окремих десяти різних значеннях відносного часу уварювання цукрового утфелю: $\tau/\tau_{ц} = (0,15; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0)$. В силу обмеженого об'єму в даному випадку представлено результати лише для відносного часу уварювання $\tau/\tau_{ц} = 0,15$. Для такого значення відносного часу уварювання $\tau/\tau_{ц}$ розраховувались всі початкові теплофізичні характеристики міжкристальних розчинів сахарози та кристалів цукру.

Початкова температура всієї системи комірок приймалась рівною 75°C.

Температура поверхні нагрівальної трубки приймалась рівною 100, 105, 100, 115 та 119°C.

Розміри кристалів цукру для більшої та меншої комірочки приймались відповідно рівними $5,0 \cdot 10^{-4}$ м та $2,5 \cdot 10^{-4}$ м. В момент відносного часу уварювання $\tau/\tau_{ц} = 0,15$ також додатково було розглянуто випадки, коли перший та другий кристали однакові за розміром і становлять $3,0 \cdot 10^{-6}$ м, $1,5 \cdot 10^{-5}$ м та $4,0 \cdot 10^{-5}$ м. В даній роботі представлено лише один випадок, коли розміри кристалів однаковий і кожен з них дорівнює $3,0 \cdot 10^{-6}$ м.

Розрахунки для кожного зазначеного випадку проводились при різному початковому коефіцієнті пересичення, а саме: $\Pi = 1,0; 1,05; 1,10; 1,15$ та $1,20$.

Таким чином, для розглянутої вище системи комірок було проведено розрахунок в кожній із областей (рис. 1) в одновимірному випадку по: розподілу температури, розподілу концентрацій в кожній області міжкристального розчину сахарози тощо. В даній роботі представлено результати розрахунків коефіцієнтів пересичення в кожній з областей міжкристального розчину сахарози при їхній початковій температурі 75°C та температурі поверхні гріючої стінки 100°C.

Результати. На основі одночасного розв'язку системи із семи нестационарних задач теплопровідності та трьох окремих систем нестационарних задач дифузійного масообміну знайдено нестационарний розподіл температури у кожній складовій всієї системи комірок: «більший кристал цукру–міжкристальний розчини сахарози більшого кристалу цукру–менший кристал цукру–міжкристальний розчини сахарози меншого кристалу цукру–утфель», а також розподіл концентрацій та коефіцієнти пересичення в кожній комірці міжкристального розчину сахарози даної системи комірок.

На рис. 2 представлено результати розрахунків зміни коефіцієнта пересичення лівої області міжкристального розчину сахарози 1-го кристалу (рис. 1) при різних початкових коефіцієнтах пересичення, при умові, що характерний лінійний розмір кристалів був рівний $l_{\text{кристалу}}=3 \cdot 10^{-6}$ м для обох кристалів.

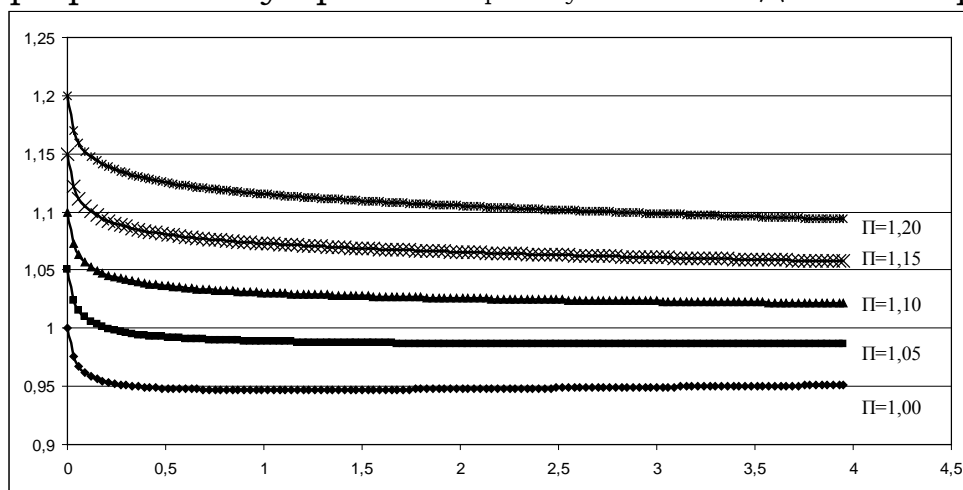


Рис. 2. Коефіцієнт пересичення лівої області міжкристального розчину сахарози 1-го кристалу ($l_{\text{кристалу}}=3 \cdot 10^{-6}$ м)

На рис. 3 представлено результати розрахунків зміни коефіцієнта пересичення правої області міжкристального розчину сахарози 1-го кристалу (рис. 1) при різних початкових коефіцієнтах пересичення, при умові, що характерний лінійний розмір кристалів також був рівний $l_{\text{кристалу}}=3 \cdot 10^{-6}$ м для обох кристалів.

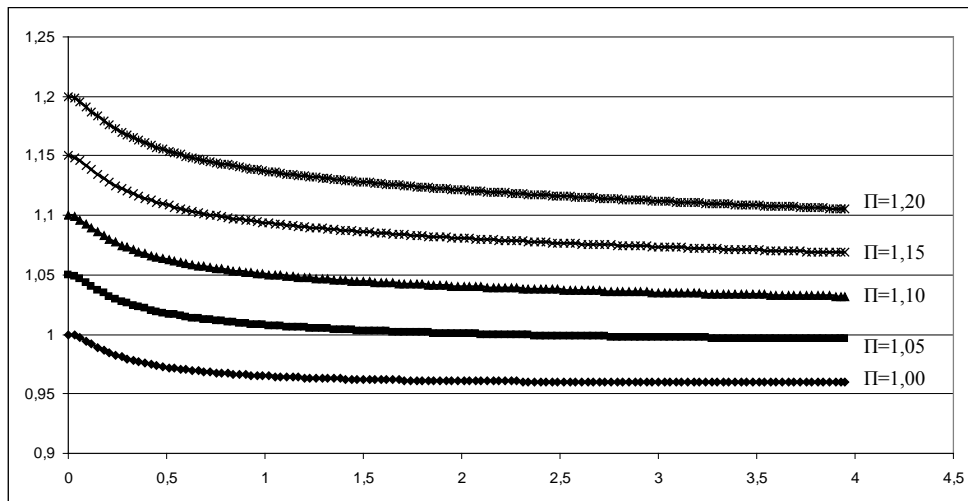


Рис. 3. Коефіцієнт пересичення правої області міжкристального розчину сахарози 1-го кристалу ($l_{\text{кристалу}}=3 \cdot 10^{-6}$ м)

На рис. 4 представлено результати розрахунків зміни коефіцієнта пересичення лівої області міжкристального розчину сахарози 2-го кристалу (рис. 1) при різних початкових коефіцієнтах пересичення, при умові, що характерний лінійний розмір кристалів аналогічно до попередніх випадків був рівний $l_{\text{кристалу}}=3 \cdot 10^{-6}$ м для обох кристалів.

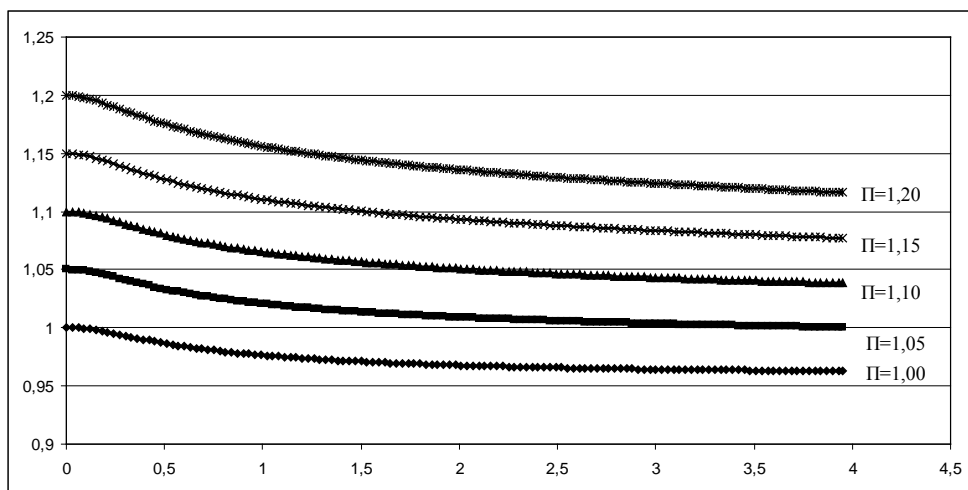


Рис. 4. Коефіцієнт пересичення лівої області міжкристального розчину сахарози 2-го кристалу ($l_{\text{кристалу}}=3 \cdot 10^{-6}$ м)

Нарешті, на рис. 5 представлено результати розрахунків зміни коефіцієнта пересичення правої області міжкристального розчину сахарози 2-го кристалу (рис. 1) при різних початкових коефіцієнтах пересичення, при умові, що характерні лінійні розміри кристалів аналогічно до попередніх випадків були рівними $l_{\text{кристалу}}=3 \cdot 10^{-6}$ м для обох кристалів.

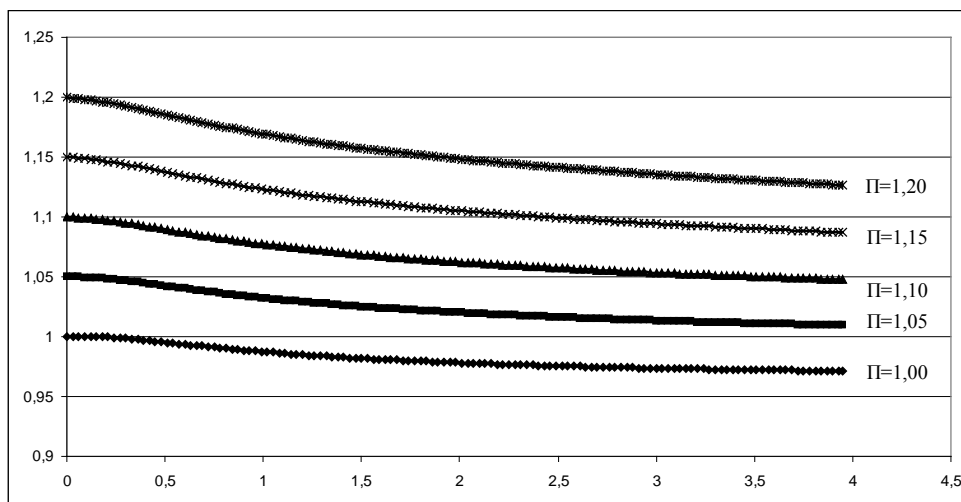


Рис. 5. Коефіцієнт пересичення правої області міжкристального розчину сахарози 2-го кристалу ($l_{\text{кристалу}}=3 \cdot 10^{-6}$ м)

Висновки. В результаті одночасного ров'язку системи нестационарних задач теплопровідності та трьох систем нестационарних задач дифузійного масообміну на основі створеної математичної моделі масової кристалізації сахарози, що моделюється для системи комірок, котра складається з двох кристалів (в загальному випадку модель побудована для різних за розміром кристалів; в даній роботі було розглянуто однакові за розміром кристали), знайдено шукані нестационарні розподіли температур, концентрацій та коефіцієнтів пересичення в кожній комірці міжкристального розчину сахарози системи комірок: «більший кристал цукру–міжкристальний розчини сахарози більшого кристалу цукру–менший кристал цукру–міжкристальний розчини сахарози меншого кристалу цукру–утфель». В графічному вигляді для відносного часу уварювання $\tau/\tau_{ц} = 0,15$ представлено результати розрахунків нестационарного розподілу коефіцієнтів пересичення протягом перебування всієї системи комірок у нагрівальній трубці гріючої камери вакуум-апарата для випадку, початковий характерний лінійний розмір кристалів був прийнятий рівним $l_{\text{кристалу}}=3 \cdot 10^{-6}$ м, температура поверхні нагрівальної трубки $T_{\text{гріючої пари}}=100$ °С та при різних початкових коефіцієнтах пересичення $P_i=1,0; 1,05; 1,10; 1,15$ та $1,20$. З графіків наочно видно, в яких випадках в який момент часу перебування системи комірок в нагрівальній трубці коефіцієнт пересичення приймає значення рівним або меншим за одиницю $P \leq 1$, тобто коли процес кристалізації та нарощування кристалів переходить в процес розчинення кристалів. Таким чином, є можливість з технологічної точки зору завчасно передбачити, який саме коефіцієнт пересичення необхідно підтримувати протягом

уварювання цукрового утфелю, щоб відбувалось лише нарощування кристалів цукру.

Сучасні вимоги до підігрівачів цукрового виробництва

Штангеев Костянтин Остапович - к.т.н., доцент, зав. кафедри
Кафедра виробництва цукру та сахаридів ІПДО, НУХТ

У тепловій схемі цукрового заводу нагрів соку здійснюється в декількох групах підігрівачів (преддефекований сік, нагрів соку перед випарною установкою та ін.) вторинною парою з різних корпусів випарної установки. Основна мета такого розподілу нагріву - підвищення економічності теплової схеми за рахунок перенесення частини паровідборів на останні корпуси випарної установки і збільшення в результаті цього кратності випаровування випарної установки.

Величини нагріву соку в підігрівачах зазвичай вибираються виходячи з умови, що величина недогріву соку до температури грючої пара повинна бути близько 10°C . Підвищення величини недогріву дозволяє при інших рівних умовах зменшити необхідну величину площі поверхні теплообміну. У той же час зменшення величин недогріву соку по групах підігрівачів створює передумови для підвищення економічності теплової схеми. Тому величина недогріву соку до температури грючої пари повинна визначатися оптимізаційними техніко-економічними розрахунками.

З метою підвищення економічності теплової схеми при інтенсифікації теплообміну в підігрівачі доцільно зменшувати величини недогріву соку.

Проведені розрахунки засвідчили, що для традиційних трубчатих підігрівачів в системі підігрівачі - випарна установка існують оптимальні величини недогріву соку до температури граючої пари які складають $4-6^{\circ}\text{C}$.

Зазвичай в якості основного параметра, що визначає теплову якість підігрівача, приймають загальну або питому площу поверхні нагріву. Однак ця величина не може однозначно характеризувати його ефективність в тепловій схемі. При оцінці підігрівача необхідно враховувати не тільки площу поверхні нагріву, але також сумарну довжину теплообмінної труби та і швидкість соку в теплообмінних трубах.

На стадії проектних або перевірочних розрахунків показники слід визначати з використанням коефіцієнта теплової ефективності підігрівача або термодинамічного коефіцієнта корисної дії незалежно від типу підігрівача: трубчатий чи пластинчатий.

Трубчаті підігрівники в цукровій галузі використовуються досить давно і широко. А перші дослідження застосування пластинчатих підігрівачів в вітчизняній цукровій галузі були проведені на початку 70-х років минулого сторіччя на Олександрійському цукровому заводі. Та більш широке їх впровадження почалося останні 20-25 років.

Причому, склалася досить хибна думка про абсолютну перевагу пластинчатих підігрівачів перед трубчатими та значну їх теплотехнічну вигоду при впровадженні.

Це не завжди так.

Розрахунки та виробничий досвід показує, що при нагріванні рідких продуктів – соків, проміїв, жомопресової води, при правильному підборі, трубчаті підігрівачі мало поступаються за величиною коефіцієнтів теплопередачі пластинчатим у величинах коефіцієнтів теплопередачі і можуть мати тотожні величини коефіцієнтів теплової ефективності, а значить і ефективність у тепловій схемі.

В реальності при правильному підборі коефіцієнти теплопередачі трубчатих підігрівачів менші ніж у пластинчатих на 10-15 %, причому, основний влад у цю перевагу дає зменшення термічного опору теплообмінної стінки, товщина якої менша в 3 рази.

Тобто при нагріванні рідких розчинів цукрового виробництва пластинчаті підігрівачі мають перевагу перед трубчатими тільки у показнику компактності. Реально ж вибір має бути зроблений виходячи із співставлення вартості трубчатих і пластинчатих підігрівачів при забезпеченні однакових величин коефіцієнтів теплової ефективності в конкретних умовах. Причому слід мати на увазі, що трубчаті підігрівачі більш надійні в виробничих умовах.

Кардинально інша ситуація при нагріванні густих високов'язких розчинів. Для цих продуктів типові трубчаті підігрівачі не підходять. При нагріванні сиропу або відтоків продуктового відділення теплообмін в трубчатих підігрівачах відбувається в умовах мало інтенсивного ламінарного режиму. В пластинчатих підігрівачах завдяки турбулізуючій дії гофр та малих розмірів щілин між пластинами, навіть при високій в'язкості розчинів реалізується турбулентний режим течії. При цих умовах коефіцієнти теплопередачі в пластинчатих підігрівачах на порядок – в 10-15 разів більші, ніж в трубчатих підігрівачах.

Таким чином, основним, безперечним місцем застосування пластинчатих підігрівачів є продуктове відділення цукрового заводу, а для нагріву розчинів в бурякопереробному та сокоочисному відділеннях можуть на рівних правах застосовуватися як трубчаті, так і пластинчаті підігрівачі, виходячи із їх техніко-економічних та експлуатаційних показників.

Про перспективи використання замкнутих оборотних систем водопостачання цукрових заводів

Сорокін Анатолій Іванович - ст. викрадач

Кафедра виробництва цукру та сахаридів ПЦДО, НУХТ

Питання зниження витрат свіжої води і кількості стічних вод на вітчизняних цукрових заводах завжди було актуальним і на сьогодні це питання не втратило своєї актуальності. Основними напрямками технічного прогресу в цукровій галузі по зниженню витрат свіжої води і кількості стічних вод в цукровому виробництві є як, відомо, використання новітніх технологій і обладнання в основному виробництво, а також впровадження ефективних технологій і споруд в водне господарство і особливо для систем оборотного водопостачання.

Оборотне водопостачання, яке широко використовується як в бурякоцукровому виробництві, так і в інших галузях промисловості, теплоенергетиці, дозволяє за рахунок використання оборотної води після її очищення на ті же самі технологічні процеси, значно знизити витрати свіжої води (водоспоживання), а також зменшити кількість стічних вод, затрати на очищення яких досить вагомі.

Загальна кількість води, яка використовується в бурякоцукровому виробництві залежить як від технічної досконалості основного виробництва, так і технічної досконалості систем водопостачання, особливо систем повторного і оборотного водопостачання, які задіяні і експлуатуються на конкретному цукровому заводі.

В 70-80 рр. минулого століття для цукрової галузі бувшого Радянського Союзу були розроблені типові схеми водоспоживання і водовідведення з кількістю стічних вод 170, 85 і 50% до маси буряків. Перша із схем призначалась для удосконалення водного господарства діючих цукрових заводів зі старою технічною базою з доведенням кількості стічних вод до 170% до маси буряків; друга

схема – для проектування і будівництва нових бурякоцукрових заводів з доведенням кількості стічних вод до 85% до маси буряків; третя схема – була перспективною і починаючи з 1984 року затверджена як типова схема водоспоживання і водовідведення бурякоцукрового заводу з кількістю стічних вод 50% до маси буряків. Вказана схема була рекомендована для проектування і будівництва нових цукрових заводів і для комплексної реконструкції діючих цукрових заводів.

В табл.1 наведені основні параметри вказаних типових схем водоспоживання і водовідведення бурякоцукрових заводів.

Таблиця 1.

Схеми водоспоживання і водовідведення з кількістю стічних вод, % до м.б.	Загальні витрати води, % до м.б.	Витрати свіжої води (водоспоживання), % до м.б.		Водовідведення (скиди стічних вод), % до м.б.	Безповоротні втрати води, % до м.б.	Безповоротне водоспоживання, % до м.б.
		вода із поверхневих водойм	вода артезіанська			
170	2456	164	10,27	170,0	44,30	44,97
85	2309	95	7,00	85,0	46,03	46,97
50	2118	71,1	10,30	40,0	43,93	69,17

Із даних табл. 1 видно, що бурякоцукровий завод для своїх потреб споживає на 1 т. буряків значну кількість води від 21 до 24 м³. Витрати свіжої води із поверхневих водойм (водоспоживання) значною мірою залежать від типу схеми і на 1т. буряка ці витрати становлять відповідно 0,71 до 1,64 м³.

Із табл.1 також видно, що цукровий завод при переробці буряків має значні втрати води, пов'язані як із втратами на випаровування при проведенні технологічних процесів, так із втратами на безповоротне водоспоживання. Вказані дані представлені в табл.2.

Витрати свіжої води в бурякоцукровому виробництві та утворення кількості стічних вод в значній мірі залежать від систем водопостачання, які задіяні на даному цукровому заводі. Найбільш раціональне використання води в виробництві можливо досягнути при оборотному водопостачанні.

Відомо, що технічна досконалість оборотних систем водопостачання оцінюється процентом оборота (Р), який вказує на скільки ефективно використовується оборотна вода в системі; чим менші скиди із оборотної системи в стічні води, тим менша кількість свіжої води необхідна для підживлення оборотної системи. При роботі оборотної системи в режимі, який

№ п/п	Система водоспоживання і водо-відведення з кількістю стічних вод, % до м.б.	Безповоротні втрати води при випаровуванні								Σ
		в технологічних апаратах	на градирні голов. корпусу	на градирні ТЕЦ	на градирні ком-пресорної КВП і А	на градирні холо-дильної станції	на апаратах для лаверних вод	на спорудах транспортерно- мийних вод	на складі буряків	
1	170	7,30	29,0	3,0	-	-	-	5,0	-	44,30
2	85	7,33	31,0	3,0	0,4	1,1	0,50	2,2	0,5	46,03
3	50	7,33	31,0	3,0	0,4	0,7	0,50	0,5	0,5	43,93

наближається до замкнутого. (без скидів в стічні води), витрати свіжої води є незначними, так як свіжа вода в цьому випадку компенсує тільки фізичні втрати води в системі Тому, важливо, з точки зору зниження витрат свіжої води і зменшення кількості стічних вод в виробництві є удосконалення оборотних систем водопостачання за рахунок використання ефективних споруд для очищення оборотної води раціональної схеми використання води та технології очищення води. Так, якщо при використанні схеми очищення транспортерно-мийних вод, що передбачає тільки механічне очищення води з використанням відстійників, то кількість води, що скидається із транспортерно-мийним осадом в стічні води для біологічного очищення, становить від 60 до 120% до маси буряків.

Більш ефективною схемою очищення оборотних транспортерно-мийних вод є схема що передбачає другу ступінь освітлення частини оборотної води, тобто до освітлення з послідовним використанням цієї води для мийки і ополіскування буряків замість свіжої води та повернення декантату транспортерно-мийного осаду в оборотну систему для гідротранспортування буряків. При такій схемі очищення та використання води в оборотній системі витрати свіжої води для компенсації втрат води в системі складають 15 – 25% до маси буряків. Робота такої оборотної система наближається до замкнутої, так як скиди стічних вод при роботі такої системи відсутні. Такі оборотні системи транспортерно-мийних вод успішно експлуатуються на цукрових заводах Російської Федерації та в республіках Беларусь і Молдова.

Зниження витрат свіжої води і кількості стічних вод можливо досягнути також за рахунок удосконалення основної оборотної системи охолоджувального водопостачання головного корпусу цукрового заводу, так званої оборотної системи вод 1 категорії. Основною причиною незадовільної роботи цієї системи є недоохолодження оборотної води на діючих спорудах для охолодження - градирнях, бризкальних басейнах та ставках-охолоджувачах. Недоохолодження оборотної води на 2-3 °С призводить до необхідності збільшення витрат оборотної води більше чим на 30% до м. б , але збільшити витрати оборотної води не завжди можливе, тому в таких випадках удаються до збільшення витрат свіжої води з більш низькою температурою. Тому це призводить як до збільшення витрат свіжої води в виробництві, так і до появи надлишкових оборотних вод, тобто збільшення кількості стічних вод.

Забезпечення на заводі надійного охолодження оборотної води дає можливість експлуатувати оборотну систему в оптимальному водному режимі. Виконані в свій час ВНДЦПом дослідження і випробовування в виробничих умовах підтвердили, що при умові забезпечення надійного охолодження оборотної води, надійної роботи групових сепараційних пристроїв по уловлюванню із утфельної пари продуктів виробництва . та забезпечення стабілізації якості оборотної води шляхом фільтрування частини оборотної води (20-25% до їх витрат) на пісчаних фільтрах з поверненням фільтрованої води в оборотну систему надійно забезпечують роботу оборотної системи охолоджувального водопостачання в замкненому режимі, тобто в режимі без скидання стічних вод із системи. В таблиці 3 наведені параметри водних режимів та технічної досконалості оборотних систем гідротранспорту та миття буряків в типових схемах водоспоживання і водовідведення бурякоцукрових заводів

Таблиця 3

№ п/п	Схема водоспоживання і водовідведення з кількістю стічних вод, % до маси буряків	Параметри водного режиму оборотної системи						Техічна досконалість системи, Р %
		додаткова вода			продувка системи та втрати води			
		Разом	у тому рахунку		Разом	у тому рахунку		
			свіжа вода	інші води		стічні води	втра-ти	
1	170	114,5	42,0	72,5	114,5	109,5	5,0	86,7
2	85	54,2	37,0	17,2	54,2	41,5	12,7	93,4
3	50	39,2	25,2	14,0	39,2	10,2	29	95,9

Із даних табл.3 видно, що оборотна система гідротранспорту і миття буряків, яка використовується в типовій схемі водоспоживання і водовідведення з кількістю стічних вод 50% до маси буряків є найбільш досконалішою з $P=95,9\%$. При роботі такої оборотної системи скиди стічних вод складають всього 10,2% до м.б., а свіжа вода в кількості 25,2% в основному направляється для компенсації фізичних втрат води в системі.

Із перспективних шляхів зниження витрат свіжої води в бурякоцукровому виробництві, як підтвердили виробничі випробування, є використання повітряного охолодження замість водяного при конденсації утфельної пари та одержання вакууму уварювання утфелів. Впровадження цієї технології в бурякоцукрове виробництво показало, що за рахунок використання повітряного охолодження при конденсації утфельної пари можна знизити витрати свіжої води на 95-100% до м.б. і зменшити потужність оборотної системи охолоджувального водопостачання головного корпусу на 460-600% до м.б.

Особливості визначення питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів на вироблення продукції в цукровій галузі

Баранов Володимир Іванович - в.о. директора, к.т.н., доцент
Кафедра виробництва цукру та сахаридів ІЦДО, НУХТ

Нормування витрат паливно-енергетичних ресурсів у суспільному виробництві України здійснюється відповідно до Закону України «Про енергозбереження» та постанови Кабінету Міністрів України від 15 липня 1997 р. № 786 «Про порядок нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів у суспільному виробництві» і проводиться відповідно до «Основних положень з нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів у суспільному виробництві» [1].

Нормування ПЕР у цукровій галузі відрізняється від інших галузей (читай: не відповідає вимогам [1]), насамперед, такими положеннями:

1. Якщо паливо прямого використання нормується на усі види товарної продукції – на цукор-пісок (на перероблення цукрового буряку), вапно для будівельних потреб і на сухий жом, то норми питомих витрат теплової й електричної енергії визначаються тільки на перероблення цукрового буряку.

Частка теплової та електричної енергії, що споживається при виробленні вапна і сухого жому, в порівнянні з їх витратами на перероблення цукрового буряку, є незначною. Тому вищезазначена обставина практично не впливає на показники споживання енергетичних ресурсів на перероблення цукрового буряку. Проте, показники енерговитрат на таку товарну продукцію, як «вапно для будівельних потреб» і «жом сухий» без урахування теплової та електричної енергії, є некоректними.

2. Згідно з чинними вимогами [1] нормуванню підлягають усі витрати ПЕР на основні та допоміжні виробничі процеси, включаючи неминучі втрати енергії незалежно від обсягів споживання цих ресурсів та джерел енергопостачання. Проте методики [2] передбачають, що ряд статей витрат теплової енергії при переробці буряків (на роботу заводу після завершення різання буряків; на виварку випарної установки; на пропуск заводу після ремонту і т. ін.) та електричної енергії (на подрібнення, сортування вапняку та палива для випалювання вапняку; на приймання і зберігання буряків на кагатному полі; на пропуск заводу після ремонту; на роботу механічної майстерні і матеріального складу; на потреби при заводській залізниці, депо та цеху механізації робіт із сировиною; на ремонт обладнання заводу і т. ін.) в норми не включаються. Ця обставина не дозволяє говорити, що визначені за методиками [2] показники за своєю суттю є загальновиробничими заводськими нормами.

3. «Основні положення з нормування...» обумовлюють наявність багатьох різновидів норм, що дозволяє гнучко використовувати інформацію про питоме енергоспоживання. Так, технологічна норма дозволяє порівнювати енергоефективність при експлуатації обладнання різних типів, або при різних способах виробництва. Саме цією нормою слід користуватися у разі, коли порівнюють енергоефективність виробництва в різних країнах. Загальновиробнича цехова норма необхідна для здійснення внутрішньозаводського госпрозрахунку. Загальновиробнича заводська норма слугує для контролю за зміною енергоемності виробництва продукції на підприємстві та визначення потреби в енергії і є тією нормою, що встановлюється підприємству і за якою підприємство звітує. Методики [2] не передбачають визначення вищезазначених різновидів норм, що зменшує їх інформативність.

4. Однією із задач розробки галузевих методик нормування питомих витрат ПЕР є встановлення технологічних і часових меж, характерних для даного виробництва.

Так технологічні межі враховують ступінь агрегації структури виробництва, що розглядається, та умови виробництва. Спільні для усіх галузей технологічні межі сформульовано в [1]. Проте

цукрова галузь має свої особливості, які враховано не повною мірою.

Методики [2] потребують корегування щодо встановлення технологічних і часових меж, характерних для підприємств цукрових галузі.

5. Методологічні принципи нормування ПЕР, на яких базуються методики [2], не є сучасними. Так «Методика з нормування питомих витрат тепла на виробництво цукру при переробці буряків» передбачає визначення норм «від бази». Такий підхід було запропоновано фахівцями у середині 60-х років минулого століття. На той час це було мудре рішення, оскільки дозволяло суттєво скоротити обсяги доволі складних розрахунків норм витрат теплової енергії, що при відсутності обчислювальної техніки було надзвичайно актуальним. Сучасні методологічні принципи повинні враховувати, що розрахунки питомих витрат енергії мають виконуватись на персональних комп'ютерах і дозволяти оперативно і достовірно визначати енергозатрати по будь-якому процесу, агрегату, виду продукції.

«Методика з нормування питомих витрат електроенергії на виробництво цукру-піску з цукрових буряків» базується на розрахунково-статистичному методі. Такий метод не дозволяє виявити причини зміни споживання електроенергії, а тільки кількісно відображає кореляційну залежність її споживання.

6. Згідно чинного законодавства питомі витрати палива на виробництво і відпуск теплової та електричної енергії в ТЕЦ мають визначатися не за галузевою, а за міжгалузевою методикою, відповідальність за розроблення якої було покладено в 1997 р. на Державний комітет з енергозбереження (роботу не виконано).

Висновок. Система нормування (визначення питомих витрат ПЕР) – це чудовий інструмент для аналізу ефективності використання енергоресурсів на підприємстві. Для підвищення його дієвості, оперативного одержання достовірної і детальної інформації про енергоспоживання у цукровій галузі слід розробити сучасні методики і відповідне програмне забезпечення для комп'ютерної обробки інформації.

Література

1. Основні положення з нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів у суспільному виробництві / Затверджено наказом Держкоменергозбереження від 22 жовтня 2002 року, № 112.

2. Методики по визначенню нормативних показників питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів у цукровій промисловості. – К.: //Цукор України. – 2004. – 114 с.

Використання комплексних методів керування в системах автоматизації технологічних комплексів

Ладанюк Анактолій Петрович - д.т.н., проф. завідувач кафедри *Кафедра автоматизації та інтелектуальних систем керування, НУХТ*

Комплексування механізмів керування складними об'єктами набуває все більшого значення в різних постановках та галузях застосування, зокрема в організаційно-технічних системах [1,2,3]. В загальній постановці розробляється комплекс оптимальних базових механізмів керування, кожний з яких оптимізує загальний показник ефективності системи та забезпечує неманіпулювання (погіршення показників роботи) окремих підсистем. При цьому повинні зберігатись позитивні властивості механізмів керування при їх комплексуванні за умови виконання загальних вимог стійкості та якості системи.

З точки зору системного аналізу проблема комплексування є задачею агрегування механізмів керування, але існує також і проблема декомпозиції як обернена до агрегування, коли деякий механізм керування розглядається у вигляді сукупності простіших механізмів. Основою декомпозиції можуть бути різні рівні ієрархії або періоди часу прийняття рішень, а спадкування властивостей в процесі декомпозиції такі ж, як і при комплексуванні (агрегуванні).

На відміну від організаційних структур в системах автоматизації складних технологічних об'єктів механізм функціонування – сукупність правил, законів та процедур, які регламентують взаємодію окремих підсистем (частин), а механізмів керування – сукупність процедур формування та прийняття керувальних дій. При комплексуванні та декомпозиції одним з ключових є питання повноти набору елементарних механізмів (можливості побудови потрібного комплексного механізму із заданої множини) та їх мінімальності (мінімального набору елементарних механізмів).

Таким чином, комплексування механізмів керування потребує виконання вимог:

- допустимості (виконання обмежень);
- непротиричності (достатність інформації, узгодженість та ациклічність процедур прийняття рішень);
- повноти та мінімальності;
- операціональності (можливості застосування аналітичних методів аналізу та синтезу);

- спадковість (стійкість) властивостей механізмів – ефективність, неманіпулюємість, узгодженість) по відношенню до комплексування / декомпозиції.

Перспективним напрямом автоматизації є перехід від керування окремими підсистемами до керування на рівні виробництва та підприємства. При цьому реалізуються функції, які забезпечують ефективність систем автоматизації:

- автоматизована попередня обробка масивів даних (відновлення пропусків, виявлення аномальних даних та мультиколінеарності початкових даних та їх нормування);

- автоматизований аналіз динамічних характеристик, статистичні оцінки (кореляційний аналіз, ідентифікація моделей, виявлення аномальних даних, візуалізація відхилень неточних значень змінних від заданого діапазону, агрегування спостережень);

- прогнозування вихідних характеристик та стану об'єкта (багатовимірні регресія, канонічна кореляція, еволюційно-генетичне моделювання, штучні нейронні мережі, прецедентний аналіз даних, калманівська фільтрація);

- оптимізація процесу керування (повний перебір варіантів значень предикатів в околі очікуваного значення цільової функції, випадковий пошук у просторі значень предикатів, розв'язання оберненої задачі визначення параметрів керування);

- контроль стану об'єкта і каналів моніторингу на основі прогностичного аналізу нев'язок вимірювань та кореляційної структури контрольованих змінних;

- забезпечення взаємних зв'язків між рівнями системи керування;

розрахунок поточної ефективності керування ТП та основних ТЕП.

Для технологічних комплексів підвищення ефективності керування безпосередньо пов'язане з вибором та реалізацією алгоритмів та методів узгодження функціонування підсистем (координацією). Для умов технологічного комплексу цукрового заводу показана можливість координації окремих підсистем, зокрема: відділення екстрагування, відділення очистки, відділення випарки.

Сучасна теорія керування використовує ряд методів для підвищення ефективності керування складними об'єктами, серед яких важливе місце займають технологічні процеси, агрегати та комплекси з урахуванням їх суттєвих особливостей. Кожен з методів автоматизації має своє призначення та область застосування, а однією з важливих тенденцій, особливо в останні два-три десятиліття, стало об'єднання цих методів –

комплексування – для забезпечення високих техніко-економічних показників функціонування складних об'єктів, яке повинно відповідати поставленим цілям та мати науково-технічне обґрунтування, насамперед щодо використання коректних математичних засобів та можливостей програмного та технічного забезпечення в системах автоматизації. Комплексування базується на перевагах у досягненні цілей на основі системного підходу та ефекту емерджентності, який полягає в тому, що система має нові (емерджентні) властивості, яких не має жоден з її елементів (підсистем), але це не визначається простою сумою властивостей окремих частин, у тому числі використовуваних методів. Таким чином, коли мова йде про методи автоматизації, то їх відбір визначається системоутворюваним ефектом щодо сприяння досягненню мети при функціонуванні системи. Для визначення системоутворювальних факторів необхідно на основі аналізу функцій та цілей системи враховувати, насамперед, ряд характеристик та властивостей, які є інваріантними для будь-якої системи: цілісність, взаємозалежність, когерентність, стохастичність, цілеспрямованість, еволюціонізм, відкритість, тривалість неперервного функціонування.

Комплексування методів автоматизації співпадає за часом з розробкою та впровадженням інтегрованих систем керування різного призначення, що в 90-х роках минулого століття за рахунок розвитку комп'ютерних технологій та нових видів ЕОМ привело до створення нових структур в рамках концепції комп'ютерно-інтегрованого виробництва – CJM (Computer Manufacturing System) [4]. Виробництва та технологічні комплекси неперервного типу характеризуються значними матеріальними та енергетичними потоками, що породжує значні інформаційні масиви, які використовуються в системах автоматизації.

Подальший розвиток автоматизації як визначального напрямку науково-технічного прогресу безпосередньо пов'язаний з появою та розвитком MES-систем (Manufacturing Execution System), в яких реалізуються функції оптимізації виробництва з використанням задач аналізу інформації та координації підсистем на основі спеціалізованих програмних комплексів. Використання MES-систем як спеціального промислового софту дозволяє значно підвищити фондovіддачу технологічного обладнання та досягти високих техніко-економічних показників виробництва [5]. В той же час для конкретних умов завжди виникає науково-технічна задача розробки необхідного математичного забезпечення та надаються унікальні можливості комплексування сучасних методів автоматизації в рамках MES-систем для конкретного виробництва, особливо за умов інтеграції з ERP (Enterprise

Resource Planning System) – системою планування ресурсів підприємства.

Література

1. Ладанюк А.П. Особенности задач робастного управления технологическими объектами. Часть 1. Технологические объекты и их математические модели/ А.П. Ладанюк, Н.М. Луцкая // Международный научно-технический журнал «Проблемы управления и информатики». – 2016. – № 5. – С. 16 – 23.
2. Луцька Н.М., Ладанюк А.П. Оптимальні та робастні системи керування технологічними об'єктами / Монографія К.: Видавництво Ліра-К, -2016, 288 с
3. Бурков В.Н. Проблемы комплексирования и декомпозиции механизмов управления организационно-техническими системами/ В.Н.Бурков, Н.А. Коргин, Д.А. Новиков// Control sciences. - 2016. - №5. – С. 14 – 23.
4. Борзенко И.М. К вопросу об интеграции на автоматизированных предприятиях будущего / И.М.Борзенко, С.Г.Пиггот // Приборы и сист. управления, 1990, №1, с.4-8.
5. Ицкович Э.Л. Методы комплексной автоматизации производства предприятий технологических отраслей / Э.Л.Ицкович, М.: КРАСАНД, 2013, 232 с.

Методи аналізу енергетичної ефективності теплотехнологічних систем цукрового виробництва

Василенко Сергій Михайлович - д.т.н., проф., завідувач кафедри

Самійленко Сергій Миколайович - к.т.н., доц.

Василенко Тетяна Павлівна - асистент

Кафедра теплотехніки та холодильної техніки, НУХТ

Вступ. Основною методичною задачею при аналізі ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) на сучасному цукровому виробництві є вибір об'єктивного методу кількісної оцінки. Класичне порівняння показників витрати ПЕР пропонуваніх варіантів теплотехнологічного комплексу з показниками роботи існуючої схеми є суб'єктивним, оскільки не характеризує рівень енергетичної досконалості теплової схеми.

Матеріали і методи. У дослідженнях використані теоретичні та теоретично-прикладні методи, включаючи аналіз та синтез, ідеалізацію, методи аналізу класичної термодинаміки,

математичне моделювання енергетичних систем на базі прикладних програмних пакетів MathCad та MS Excel.

Результати. У межах теми розглядаються фундаментальні засади аналізу та оптимізації енергетичної ефективності теплотехнологічних систем, які розроблені на основі принципу енергетичної компенсації необоротності. Інструментом цієї методології є розроблений «ентропійний метод аналізу енергетичної недосконалості», що дозволяє визначити “внутрішні” та “зовнішні” причини недосконалості, а також комплексні показники ефективності.

У порівнянні з традиційним аналізом розроблений метод має ряд принципових відмінностей: аналіз спрямований у першу чергу на визначення причин та джерел енергетичної неефективності систем; за спосіб реалізації максимальної енергетичної ефективності прийнято досягнення мінімальної енергетичної недосконалості, що безпосередньо втілено за допомогою ентропійних характеристик необоротності; в основу ентропійного методу покладено потенціал глобального змісту, тобто такий, що має фізичний сенс для енергетичних систем різного цільового призначення; розроблені критерії ефективності позбавлені антропоморфного змісту.

На основі ентропійного методу розроблено методику аналізу енергетичної ефективності теплотехнологічного комплексу цукрового виробництва як єдиної термодинамічної системи, що передбачає спільний аналіз матеріального, енергетичного та ентропійного загальнопромислових балансів.

Встановлено, що глибинний сенс при комплексному аналізі ефективності енерговикористання має ентропійний загальний аналітичний баланс (ЗАБ), оскільки дозволяє визначати **загальну необоротність** системи, яка має аналітичний зв'язок з витратою палива та температурою навколишнього середовища - T_0 . Згідно з рис. 1 отримане рівняння такого балансу має вигляд:

$$S_n + S_{бв} + S_{cmp} + S_e + S_{ce} + \sum \Delta S_{irrev}^{tot} = S_{yn}(T_0) + S_{кон}(T_{кон}) + S_{над}(T_0) + S_{cam}(T_0) + S_u(T_0) + S_{ж}(T_0) + S_m(T_0) + S_{фо}(T_0) + \sum S_0,$$

де $\sum S_0 = \sum Q_0 / T_0$ – ентропія, що надходить до навколишнього середовища з сумарними “втратами” теплоти; $\sum \Delta S_{irrev}^{tot}$ – загальне зростання ентропії від необоротності процесів.

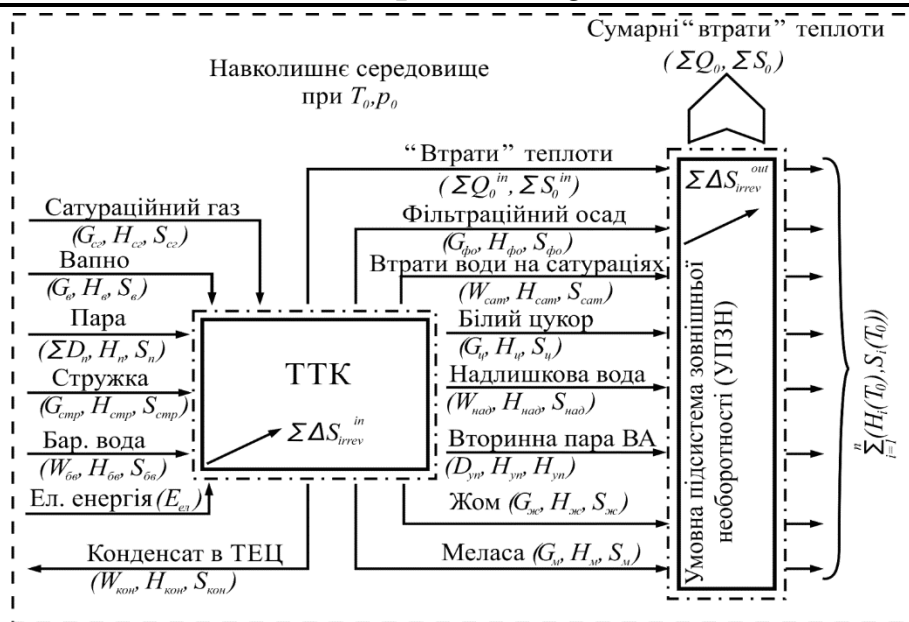


Рис. 1. До складання ЗАБ теплотехнологічного комплексу цукрового заводу

З метою визначення взаємозв'язків між енергетичною ефективністю та енергетичною недосконалістю досліджено фізичний (енергетичний) і ентропійний підходи. Встановлено переваги останнього як такого, що відповідає змісту обох законів термодинаміки. Тобто, витрата умовного палива на компенсацію необоротності процесів у системі розраховується за наступним рівнянням:

$$B^{tot} = \sum \Delta S_{irrev}^{tot} b_{irrev},$$

де b_{irrev} – питома витрата умовного палива на компенсацію необоротності.

Висновки. Розроблені ентропійний метод та відповідні методики аналізу ефективності використання ПЕР у цукровому виробництві базуються на фундаментальних термодинамічних засадах і дозволяють комплексно оцінювати рівень досконалості існуючих та пропонуваніх теплових схем, а також вплив на їх досконалість як окремих заходів з підвищення енергетичної ефективності, так і їх комплексу.

Література.

1. Василенко, С. М. Повышение энергоэффективности сахарного производства: анализ общепроизводственных тепловых балансов / С. М. Василенко, С.Н. Самойленко, К. О. Штангеев, В.Н. Кухар, П. І. Лысюк // Сахар. – 2012. – № 8. – С. 45-51.

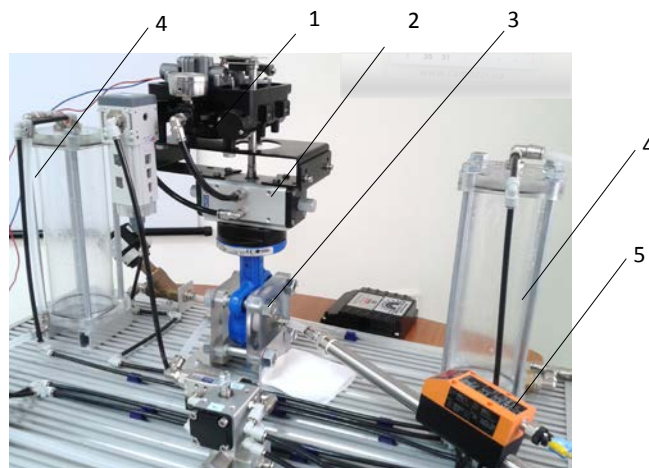
Дослідження експлуатаційних характеристик запірно-регулюючої арматури

Мирончук Валерій Григорович - д.т.н., професор, завідувач кафедру

Володін Сергій Володимирович – аспірант

Кафедра технологічного обладнання та комп'ютерних технологій, НУХТ

Для поліпшення якості цукру і зниження його собівартості, необхідно впроваджувати систем автоматизації технологічних станцій цукрового виробництва і створювати єдину систему управління потоками цукрового виробництва і його енерговитратами. Одним із інтегрованих в систему технологічного виробництва цукру – є позиційний привод трубопровідної арматури, який дозволяє створити високонадійну, сучасну систему керування технологічним процесом, дає можливість знизити енергетичні і технологічні втрати при виготовленні цукру. З метою дослідження технологічних процесів, витратних характеристик, оптимальної компоновки ділянки трубопровідної магістралі з керованими запірно-регульованими елементами – авторами розроблено експериментальний стенд з можливістю змінної компоновки рис.1.



*Рис.1. Загальний вигляд експериментального стенду трубо-провідної арматури для оцінки оптимальних технологічних параметрів:
1- електропневматичний позиціонер; 2 - регулюючий орган (силовий пневмопривод - поворотний циліндр); 3 - дискова міжфланцева засувка, 4 –ресивери подачі і відведення рідини, 5- датчик витрат з системою зворотнього зв'язку*

Стенд укомплектовано елементами трубопровідної арматури Камоці, зокрема дисковою міжфланцевою заслінкою D376XE68 з позиційним проводом ERDNAF-N52N (сигнал керування 4-20мА). Емпіричними методами проведено розрахунок витратних

характеристик для оцінки роботи регулюючих клапанів і запірних елементів. Досліджено моделі об'єкта регулювання рис.2 на експериментальному стенді: 1-го типу - має постійний об'єм, витрата робочого середовища напрямлена у ресивер і визначається перепадом тисків; 2-го типу - має змінний об'єм, і процес витікання робочого середовища визначається гідродинамічними законами.

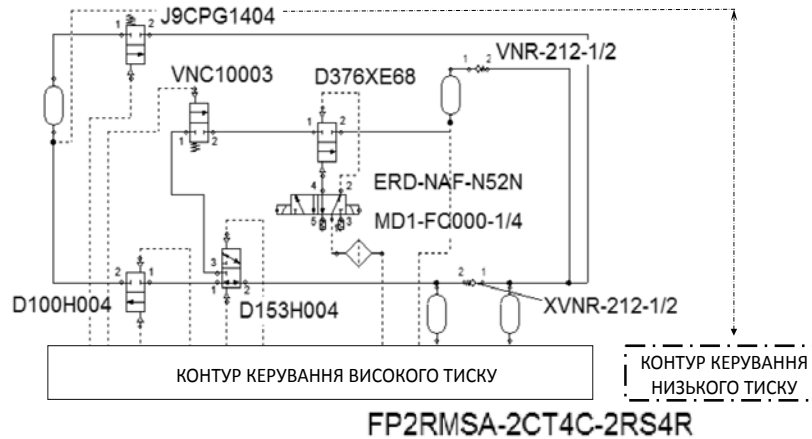


Рис.2. Загальний вигляд компоновки експериментального стенду трубопроводної арматури з елементами керування

Залежно від величини сигналу позиціонера 4-20мА змінюється кут повороту дискової міжфланцевої заслінки і як наслідок умовний прохід і пропускна здатність трубопроводу. Результати дослідження представлено на рис.3. Для аналізу отриманих значень умовної пропускної здатності поворотних заслінок, використано метод найменших квадратів з поліноміальною лінією тренда і отримані регресійні залежності, які описують характер процесу регулювання. Близька до одиниці величина достовірності апроксимації R^2 , свідчить про достовірність отриманих результатів.

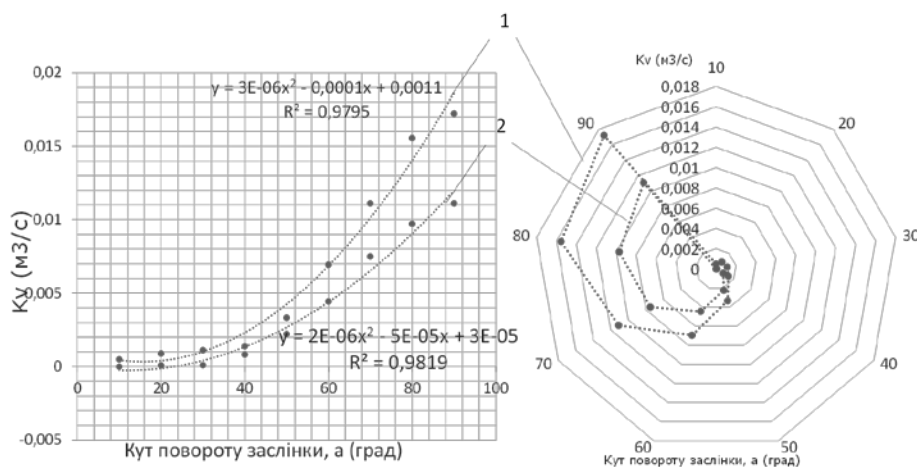


Рис. 3. Результати вимірювання умовної пропускної здатності поворотних заслінок в залежності від кута повороту диска при керуванні позиційним приводом

Метод реалізується n-ю кількістю вимірювань. Критерієм зупинки ітераційного процесу є значення ΔQ (об'ємні витрати, відповідають вимірюванню рівню заповнення ресивера), що визначається як різниця значень витрат, отриманих на послідовних ітераціях. Число значень ΔQ задається залежно від умов експлуатації вимірювальної системи та нормованих значень метрологічних характеристик, що висуваються до технологічних систем.

Висновки. Проведені дослідження дозволяють визначити уточнені коефіцієнти, які входять до рівняння витрати, а саме коефіцієнти витрати та швидкості. Також встановлені рекомендації щодо експлуатації дискових заслінок, щоб уникнути гідравлічних ударів – потрібно забезпечити плавні кінематичні характеристики роботи. При використанні пневматичних приводів плавність роботи досягається установкою і налаштуванням позиційних приводів керування. Дискові затвори можна використовувати в якості дросельних заслінок в діапазоні кутів від 15 ... 75 градусів. Необхідно стежити за тим, щоб арматура не піддавалася кавітації. Допустимі швидкості потоку: рідини - до 4 ... 5 м / сек.

Експлуатаційні властивості виконавчих пристроїв значною мірою визначають основні характеристики: гідравлічні, силові і конструктивні для приводу в цілому. Функціональні можливості слідуючих приводів визначаються особливостями розв'язуваної технологічної задачі.

Необхідність адсорбційного очищення сиропу для підвищення якості виробленого цукру до світових стандартів

Рева Леонід Павлович - д.т.н., професор

Головіна Олена Валеріївна - аспірант

Шульга Світлана Анатоліївна - к.т.н., доцент

Виговський Валерій Юрійович - к.т.н., професор

Кафедра технології цукру і підготовки води, НУХТ

Вступ. У зв'язку зі вступом України до світової організації торгівлі (СОТ), наша цукрова промисловість повинна не тільки випускати необхідну кількість цукру, але і такої якості, щоб відповідну частину цього цукру можна було б успішно експортувати.

Але одним із головних недоліків вітчизняної типової схеми очищення дифузійного соку (та загалом і провідної світової схеми)

є те, що до цього часу в ній не реалізується акт інтенсивного адсорбційного очищення одержаного сиропу, окрім процесу його сульфитації, в якому має місце лише деяке знебарвлення сиропу без практичного видалення із системи нецукрів. При переробці ж вітчизняних буряків не завжди найкращої якості і, в тому числі, вирощених із насіння іноземних селекцій після деякого часу їх зберігання, одержані соки мають низьку термостійкість, в результаті чого отримується сироп погіршеної якості, із якого вже не можна отримати білий цукор міжнародних кондицій.

Для підвищення ефективності цукрової промисловості України необхідно по-перше значно удосконалити технологічні процеси очищення дифузійного соку і по-друге, розробити ефективні технології адсорбційного очищення сиропу для підвищення якості виробленого цукру та його виходу. В цьому напрямку і була поставлена комплексна задача розробити ряд варіантів додаткового очищення сиропу для підвищення його якості.

Матеріали і методи. Для порівняння ефективності очищення сиропу були випробувані (після встановлення оптимальних параметрів використання) такі сорбційні матеріали: активоване вугілля, природний мінеральний сорбент (ПМС) – палигорськіт, дефекасураційне очищення з утвореним карбонатом кальцію і наступною обробкою сиропу фільтроперлітом, як адсорбентом.

Результати. Проведені порівнянні дослідження ефективності таких сорбційних матеріалів: кращого активованого вугілля СКН-3 (оскільки активоване вугілля є головним сорбентом при очищенні тростинних сиропів), палигорськіта (дешевого ПМС з відносно хорошими сорбційними якостями) і фільтроперліта (який виявився не тільки відмінним фільтруючим матеріалом для сиропу, але й потужним сорбентом).

При цьому були експериментально встановлені раціональні критерії очищення сиропу даними сорбентами: для вугілля СКН-3 – раціональні витрати $V_{\text{рац}} = 0,3\%$ до маси сиропу, раціональна тривалість контакту з сиропом $\tau_{\text{рац}} = 15\text{хв}$ і підвищення чистоти очищеного сиропу $\Delta\text{Ч} = 1,1\%$ при відповідних ступенях видалення золи, ВМС, солей кальцію та барвних речовин; для палигорськіта – $V_{\text{рац}} = 2,5\%$, $\tau_{\text{рац}} = 20\text{хв}$ і $\Delta\text{Ч} = 1,0\%$ і для фільтроперліту – $V_{\text{рац}} = 1,5\%$, $\tau_{\text{рац}} = 25\text{хв}$ і $\Delta\text{Ч} = 1,2\%$. Порівняльний аналіз наведених вище результатів показує, що очищення сиропу фільтроперлітом характеризує не тільки підвищений адсорбційний ефект, а й вигідно відрізняється також високими фільтрувальними можливостями для сиропу.

Наступна частина роботи присвячена одержанню максимального ступеня очищення сиропу його

дефекосатураційним обробленням. При цьому раціональні витрати вапна склали 0,4% до маси сиропу, а раціональна величина кінцевого рН карбонізації сиропу – 8,8од, приріст чистоти сиропу $\Delta\text{Ч} = 1,4\%$.

Щоб остаточно пересвідчитись у доцільності другої дефекосатурації соку (на II сатурації), в наступних дослідах проводили дефекосатураційне очищення не лише сиропу (з $\text{CP} \sim 60\%$), а і його водних розчинів із $\text{CP} 50, 40, 30, 20$ і 10% (з однаковими витратами вапна у % до маси нецукрів розчинів $\sim 7,3\%$). При цьому ефективність очищення розчину із $\text{CP} = 10\%$ практично характеризувала ефективність дефекосатураційного очищення соку II сатурації.

Експериментальні результати однозначно свідчать про те, що максимальний ступінь видалення загальних нецукрів, золи, ВМС, солей кальцію та барвних сполук одержано якраз при дефекосатураційному очищенні сиропу, поступово знижуючись від $\text{CP} \sim 60\%$ до 10% , ступінь видалення вказаних груп нецукрів виявився у 2-3 рази меншим, ніж для нерозбавленого сиропу. Це характеризує високу ефективність дефекосатураційного очищення сиропу з витратами 0,4 – 0,5% CaO замість соку на II сатурації, де витрачене вапно практично не супроводжується адсорбційним очищенням соку.

Підтвердження цього окремого досліду також можуть бути результати, коли на дефекосатураційне очищення розчину сиропу з $\text{CP} = 10\%$ було витрачено 0,4% CaO до маси розчину (що у перерахунку до маси нецукрів склало в 6 разів більше), тоді як підвищення чистоти при цьому склало лише 0,1%.

Представлені в останній таблиці порівняння різних засобів адсорбційного очищення сиропу (активованим вугіллям, палигорськітом, фільтроперлітом, дефекосатураційним очищенням) доказали, що найбільш ефективним є дефекосатураційне очищення сиропу з наступною обробкою фільтрату його фільтроперлітом і остаточним ретельним фільтруванням, внаслідок чого чистота сиропу підвищилась на 1,8%

Висновки. Для значного покращення якості виробленого цукру в сучасній типовій схемі очищення дифузійного соку, необхідно обов'язково доочищати термічно нестійкі сиропи (окрім існуючого процесу їх сульфітації, який зовсім не видаляє нецукрів, а сприяє лише деякому їх знебарвленню). Найкращим способом додаткового очищення сиропу виявилась дефекосатурація з оптимальними витратами вапна (0,4% CaO), з наступною обробкою фільтроперлітом після фільтрації, в результаті чого ступінь видалення сумарних нецукрів досяг 20,4%, а підвищення

чистоти сиропу склало 1,8% з прогнозованим збільшенням виходу цукру на 0,6% до маси буряків.

Підвищення ефективності виробництва цукру при переробленні цукрових буряків погіршеної якості

Гусятинська Наталія Альфредівна - д.т.н., проф., завідувач кафедри

Нечипор Тетяна Миколаївна -аспірант

Кафедра технології цукру і підготовки води, НУХТ

Вступ. Наслідком ураження коренеплодів цукрових буряків слизистим бактеріозом є утворення декстрану, наявність якого спричинює не лише прямі втрати сахарози, але й створює значні проблеми у виробництві. Тому актуальним є пошук додаткових реагентів, які сприятимуть покращенню ефективності процесу очищення цукровмісних розчинів та підвищенню конкурентоспроможності вітчизняного білого цукру за показниками якості на міжнародному ринку [1].

Матеріали і методи. Для дослідження використовували лабораторний дифузійний сік, отриманий з кондиційної сировини та з цукрових буряків, уражених слизистим бактеріозом. Відповідно одержували дифузійний сік за типовим способом окремо з кожної групи коренеплодів. В проби контрольного дифузійного соку (з кондиційних коренеплодів) додавали визначену кількість дифузійного соку з декстраном і проводили процес очищення дифузійного соку за допомогою дефекосатурації. Визначення декстрану, молочної кислоти і нітритів проводили колориметричним методом [2]. На наступному етапі вихідний дифузійний сік з різним вмістом декстрану в кількості 500 см³ обробляли дисперговою озоноповітряною сумішшю з концентрацією озону в ній 25...150 мг/дм³ протягом 20...60 секунд, паралельно здійснювали обробку цеолітом-клинноптилолітом фракцією 0,2...0,5 мм за різних витрат протягом 5...15 хв. Обробку здійснювали при температурі 60 °С. Подальше очищення дифузійного соку проводили за типовою схемою. У процесі досліджень використовували загальноприйняті методи визначення основних технологічних показників якості дифузійного і очищеного соків [2].

Результати. Результати експериментальних досліджень (табл. 1) свідчать про значний негативний вплив приросту вмісту

декстрану в дифузійному соку на технологічну якість напівпродуктів бурякоцукрового виробництва.

Таблиця 1

Вплив декстрану на технологічну якість дифузійного соку

Технологічні показники дифузійного соку	Вміст декстрану, мг/л				
	0	240	360	480	600
Масова частка сухих речовин, %	13,5	13,2	13,6	13,3	13,2
Масова частка сахарози (за методом прямої поляризації), %	12	11,6	11,2	10,8	10,5
Чистота, %	88	87,8	82,4	81,2	79,5
Масова частка сахарози (за методом інверсійної поляризації), %	12	11,2	10,6	10,0	9,2
Чистота, %	88	84,8	78,3	75,2	69,7
pH ₂₀	6,28	6,2	6,18	6,23	6,3
Вміст молочної кислоти, мг/100 см ³	4,74	5,1	5,7	5,8	6,1
Вміст нітритів, мг/дм ³	7,63	7,92	8,04	8,1	8,3
Вміст пектинових речовин, % на 100 СР	1,33	1,72	1,98	2,15	2,39
Вміст високомолекулярних сполук, % на 100 СР	2,6	3,48	3,88	4,96	5,47

Необхідно зазначити, що внаслідок підвищення вмісту декстрану спотворюється показник вмісту сахарози за методом прямої поляризації, що призводить до його завищення і негативно впливає на технологічний облік і контроль у виробництві. Так в середньому спостерігалось завищення показника вмісту сахарози в дифузійному соку за методом прямої поляризації на 0,15-0,2 од на 100 мг декстрану порівняно до методу інверсійної поляризації.

Під час досліджень підтверджено, що в результаті підвищення вмісту декстрану в дифузійному соку погіршуються седиментаційні властивості осаду при дефекосатураційному очищенні. Так, за вмісту декстрану 240 мг/л у дифузійному соку знижується швидкість осадження осаду соку I сатурації в 2 рази порівняно з контрольною пробою і становить 1,36 см/хв, в той час як швидкість осідання в контрольній пробі становить 2,8 см/хв. Також при збільшенні вмісту декстрану збільшується забарвленість соку II сатурації.

Наступним етапом було дослідження способів зниження вмісту декстрану в дифузійному соку. Для досліджень обрано спосіб озонування та адсорбційного очищення цеолітом з метою деструкції або видалення декстрану.

Експериментально встановлено, що завдяки озонуванню дифузійного соку відбувається розклад високомолекулярних сполук до безбарвних речовин, завдяки чому забарвленість

очищеного соку зменшується в 3 рази порівняно з контролем. Встановлено, що озон сприяє деструкції декстрану в дифузійному соку, оскільки після 20 секунд обробки вміст поліцукриду знизився на 26,5 % порівняно з початковим значенням, а вже через 60 с декстран в дифузійному соку розклався майже вдвічі. Проте, озон сильний окисник, і поряд з деструкцією декстрану має місце розкладання редукувальних речовин, що впливає на підвищення кислотності і зниження рН₂₀ дифузійного соку.

Аналіз результатів експериментальних досліджень використання цеоліту-клинотилоліту для оброблення дифузійного соку свідчить, що таким чином чистота дифузійного соку підвищується на 0,6...2,3 од. При цьому вміст декстрану знижується на 24,2...42,5%. Варто зазначити, що збільшення тривалості обробки адсорбентом (за витрат 1%) сприяє зниженню вмісту пектинових речовин і високомолекулярних сполук на 12,8...26,7% і 8...23,7% відповідно. Встановлено, що при збільшенні витрат сорбенту спостерігається зниження забарвленості очищеного соку на 20...40% порівняно з контрольною пробою. При цьому чистота очищеного соку підвищується на 0,6...1,9 од.. Також покращуються фільтраційно-седиментаційні властивості осаду соку I сатурації – середня швидкість седиментації осаду соку I сатурації $S_{5\text{ хв}}$ підвищується в середньому на 40...50%.

Висновки. Встановлено, що з точки зору забезпечення технологічних показників якості, більш ефективним при переробленні буряків, уражених слизистим бактеріозом, є застосування адсорбенту цеоліту-клинотилоліту для обробки дифузійного соку перед дефекосатураційним очищенням.

Література.

1. Гусятинська Н. А. Технологічні аспекти перероблення буряків, уражених слизистим бактеріозом / Н. А. Гусятинська, Т. М. Нечипор. // Цукор України. – 2016. – №11–12 (131–132). – С. 53–58.
2. Технологія цукристих речовин. Лабор. практикум / М.П. Купчик, А.П. Рева, Н.І. Штангєєва і ін. – М.: НУХТ, 2007. – 393 с.

Сучасне апаратурне оформлення та деякі схемні рішення станцій дефекосатураційного відділення цукрового заводу

Петриченко Ігор Борисович - к.т.н., доцент

Резніченко Юрій Миколайович - к.т.н., доцент

Кафедра технології цукру і підготовки води, НУХТ

Хомічак Любомир Михалович - д.т.н., проф.

Інститут продовольчих ресурсів НААН України

Ґрунтуючись на останніх досягненнях в галузі технології вапняно-карбонатного очищення дифузійного соку, є можливість значно підвищити ефективність цього процесу та знизити витрату вапна. До того ж відомо, що підвищення чистоти очищеного соку на 1% зумовляє збільшення виходу цукру приблизно на 0,3% до к. б.

Одним із важливих елементів схеми очищення є попереднє вапнування (ПВ). Інколи вважають, що одним із головних критеріїв ефективності ПВ є ступінь видалення ВМС. Незважаючи що цей критерій і відіграє на ПВ важливу роль, визначальним фактором процесу ПД слід вважати формування такої структури осаду, від якої залежить стійкість останнього до пептизації в умовах основного вапнування та седиментаційно-фільтраційні властивості осаду соку I сатурації.

Встановлюючи тривалість і температуру процесу ПВ, необхідно приймати до уваги, що тепле ПВ сприяє отриманню очищеного соку низької забарвленості і навпаки гаряче ПВ — сприяє більшій забарвленості, але сік I сатурації має за цих умов кращі седиментаційно-фільтраційні властивості. Відповідно до цього тривалість «холодного» ПВ ($t < 50^{\circ}\text{C}$) складає 20...30 хв., а «теплого» ($t > 55^{\circ}\text{C}$) — 15...20 хв. Із збільшенням тривалості ПВ починають інтенсивно розкладатися редукувальні речовини та підвищується гідрофільність утвореного осаду, що негативно впливає на подальші етапи технологічного процесу. На жаль, на багатьох цукрових заводах нехтують цим фактором. Особливо це стосується заводів із колонним дифузійним апаратом, температура дифузійного соку з якого часто буває нижче 57°C , а за рахунок повертання на ПВ близько 50% нефільтрованого соку I сатурації та 6% суспензії соку II сатурації отримуємо результуючу температуру процесу близько 65°C . Про яку «холодну» ПВ може йти мова?

Для укрупнення частинок осаду соку ПВ застосовується рециркуляція (повертання) нефільтрованого соку I сатурації та згущеної суспензії соку II сатурації, тверді частинки яких стають центрами коагуляції нецукрів. Оптимальним видом повертань є

згущена суспензія соку I сатурації. Ефективність повертань на ПВ залежить від місця його введення в апарат. Відносно величини рН зони введення повертань немає єдиної думки. Згідно з даними УкрНДІЦП значення рН у точці введення повертань залежить від чистоти дифузійного соку і може змінюватися від 9,2 до 10,2.

Ми вважаємо, що оскільки з повертаннями вводяться центри коагуляції, то його потрібно вводити до осадження нецукрів і таким чином, щоб було досягнуто добре перемішування в апараті.

Для ефективного проведення процесу основного вапнування (ОВ) вважається доцільним секціонування апаратів як холодного, так і гарячого ступенів та виключення механічного перемішувального пристрою в апараті гарячого ступеня ОВ. «Холодну» ступінь ОВ бажано проводити не з метою витримування заданої тривалості перебування соку в апараті, а з метою стабілізації витрати соку на подальші етапи очищення.

Важливе місце в технологічному процесі займає I карбонізація (сатурація), від якої в значній мірі залежить не тільки загальний ефект адсорбційного очищення соку, але й швидкість фільтрування соку та витрати сатураційного газу на виробництво. Як ніяка інша станція технологічного процесу, ефективність проведення I сатурації залежить від апаратурного її оформлення. Теоретичними дослідженнями та практичним досвідом роботи цукрових заводів встановлено, що на сьогодні найбільш ефективним є спосіб двоступінчатого проведення I сатурації в окремих апаратах з виконанням першого ступеня в прямоточному режимі, а другого - в прямотечійно-рециркуляційному (приклад Жданівського, Іваничівського, Корделівського та інших цукрових заводів) [1].

Підтримування високої кінцевої лужності на I карбонізації має важливе значення не тільки для підвищення загального ефекту очищення соку, але й для запобігання від "загорання" випарної станції (особливо III корпусу). Дуже важлива висока кінцева лужність на I карбонізації за умов роботи з вапняком з високим вмістом магнію, що сприяє максимальному осадженню останнього під час карбонізації, а не на ВУ.

Мета II дефекосатурації — завершення максимально можливого розкладу РР, додаткове адсорбційне очищення соку та зниження в ньому до мінімуму вмісту солей кальцію. З метою підвищення ефективності II дефекосатурації розроблений новий спосіб проведення процесу [2], згідно якого фільтрований сік I карбонізації, змішаний з вапняним молоком в кількості 0,35...0,40 % СаО до м.б. та підігрітий до 93°C, подається не в дефекатор перед II карбонізацією, а в пристрій для часткової карбонізації. За рахунок контакту високолужного соку з відпрацьованим

сатураційним газом відбувається часткова карбонізація гідроксиду кальцію (приблизно 18...22%), після чого сік самопливом спрямовується у верхню частину дефекатора. За необхідності туди подається ще до 0,1% CaO та забезпечується тривалість II дефекації не менше 3 хв. для максимально можливого розкладання PP та амідів. З дефекатора сік подається в нижню частину апарата II карбонізації, обладнаного внутрішньою циркуляційною трубою і променевим барботером, де обробляється свіжим сатураційним газом до оптимальної лужності. Тобто фактично процес II карбонізації проводиться у дві стадії.

Проведення II карбонізації за розробленим способом дозволяє підвищити ступінь використання CO₂ до 82...85% і підвищити чистоту соку II карбонізації. Останнє досягається тим, що утворені на дефекації перед II карбонізацією продукти розкладання PP та амідів адсорбуються на присутніх в розчині високоактивних частинках CaCO₃, утворених при зустрічному розпилюванні соку у верхній частині сатуратора (перша стадія карбонізації). Завдяки високому ступеню дисперсності попередньо утвореного карбонату кальцію та його активації гідроксидом кальцію перед подаванням в дефекатор збільшується електрокінетичний потенціал частинок осаду, що сприяє активній адсорбції новоутворених в процесі дефекації меланоїдинів та солей кальцію і їх «екрануванню» свіжоутвореним карбонатом кальцію на другій стадії карбонізації.

Таким чином, результати впровадження розроблених способів проведення процесів і їх апаратного оформлення підтвердили їх ефективність, стабільність в роботі та простоту в управлінні. Їх використання дозволяє підвищити загальний ступінь використання діоксиду вуглецю на 12...15%, зменшити витрату вапна на 0,18...0,20 % CaO до маси буряків за рахунок зменшення кількості повернень в середньому на 30 % та покращити якісні і седиментаційно-фільтраційні показники попередньовапнованого та сатураційного соків. Крім цього за рахунок підвищення ефективності видалення нецукрів зменшуються втрати сахарози в мелясі на 0,24 %, що в цілому зумовлює до суттєвого підвищення техніко-економічних показників роботи цукрового заводу.

Колектив співробітників НУХТ готовий до надання консультативної допомоги щодо досягнення найкращих способів модернізації та вдосконалення сокоочисного відділення, розроблення технічної документації та доведення технологічної схеми до оптимального стану.

ЛІТЕРАТУРА

1. Хомічак А.М. Підвищення ефективності вапняно-вуглекислотного очищення дифузійного соку із застосуванням термічної

пароконденсаційної кавітації //Наукові праці УДУХТ, К.,УДУХТ, 1999, № 5,- С. 104-105.

2. Новий напрямок в роботі II сатурації / Хомічак Л.М., Виговський В.Ю., Петриченко І.Б., Олійник С.О., Белостоцький Л.Г., Жеплінська М.М., Самчук О.Г., Пишняк П.В. //Цукор України, №3 (27), 2002. - С. 17-20.

3. Двоступенева I сатурація / Хоїчак Л.М., Петриченко І.Б., Виговський В.Ю., Калініченко О.М. // Цукор України. – 2004. - № 1-2. С. 21-25

Розробка технології переробки цукрового буряку

Григоренко Наталія Олександрівна - к.т.н., провідний науковий співробітник

Інститут продовольчих ресурсів НААН України

Цукрова галузь займає одне із основних місць у агропромисловому комплексі країни, поєднуючи виробників сировини і виробників готової продукції. В той же час, із року в рік відмічається тенденція зменшення посівних площ під цукровими буряками, що призводить до скорочення обсягів виробництва цукру. Крім того, ускладнює дану ситуацію безпідставна антицукрова пропаганда, яка пов'язана з тим, що суспільству нав'язується помилкова думка про шкідливість для здоров'я людини вживання цукру. Причиною виникнення антицукрової пропаганди можна вважати жорстку конкуренцію на світовому ринку харчових продуктів з боку виробників синтетичних цукрозамінників.

Безперечно, ввезення в Україну синтетичних цукрозамінників і використання їх у харчових виробках замість цукру спричиняють негативні дії – витіснення значного сегменту ринку для вітчизняного цукру, наслідком яких є зменшення обсягів споживання природного бурякового цукру.

Одним із шляхів покращення економічного стану, а також для збереження вітчизняного цукробурякового виробництва, на нашу думку, є розширення на внутрішньому ринку асортименту продукції цукрової галузі. Це можливо за умов збагачення бурякового цукру корисними поживними речовинами рослинного походження, а також переробки нетрадиційної рослинної сировини з отриманням цукровмісної продукції.

Для України потенційним сировинним джерелом цукрів може бути цукрове сорго, яке досить добре адаптоване до вирощування

в південних, центральних та західних регіонах країни і в змозі забезпечувати високі і стабільні врожаї зеленої біомаси (понад 100 т/га) з вмістом цукрів в ній 18-20%. Ця особливість культури цукрового сорго дає можливість отримання нового цукровмісного продукту в умовах цукрового виробництва.

Мета роботи. Метою роботи є розроблення технології комплексної переробки цукрового сорго з отриманням цукровмісного продукту, а з відходів виробництва продуктів технічного призначення.

Результати досліджень та їх обговорення. Детальні дослідження вихідної сировини (соку стебел цукрового сорго) та відходів (багаси) дали можливість виділити найбільш перспективні гібриди, які характеризуються високим вмістом загальних цукрів (14...18%) [1].

Слід зауважити, що сік стебел містить унікальний комплекс цукрів, амінокислот, мікроелементів та інших сполук. Розроблена технологія передбачає максимальне збереження цих необхідних нутрієнтів в кінцевому цукровмісному продукті і складається із таких операцій: подрібнення стебел, вилучення соку, відокремлення мезги, коагуляція нецукрів, клейстеризація крохмалю та двостодійний ферментативний його гідроліз, інактивація ферментів, коагуляція високомолекулярних сполук, попередня фільтрація, «холодна» стерилізація шляхом проведення мембранної фільтрації та концентрування [2]. За таких умов проведення технології очищення та згущення отримуємо цукровмісний продукт, в якому в повній мірі збережено природний комплекс вуглеводів, амінокислот та мінеральних речовин. Причому вуглеводна складова даного продукту має оптимальне співвідношення сахарози:глюкози:фруктози – 50:33:15 % до маси загальної кількості цукрів, що дає підставу рекомендувати його до споживання як натуральний замітник цукру.

В той же час при отриманні цукровмісного продукту, залишається незалучена в технологічну переробку багаса (знецукрена біомаса), вихід якої може складати від 35 до 40 т із 100 т стебел. Даний вторинний продукт може бути сировиною для кормової промисловості в якості корму для тварин або для біоенергетики в якості твердого або газоподібного палива [3-5]. В наших дослідженнях ми надаємо перевагу технології отримання сорбційних матеріалів із знецукреного вторинного продукту. Як свідчать результати досліджень (табл. 1) головними компонентами багаси є целюлоза та лігнін, що зв'язані в біополімерні комплекси, які мають в необробленому вигляді слабкі сорбційні властивості.

Хімічний склад багаси цукрового сорго

№ п/п	Показники	Одиниці виміру	Значення
1.	Вміст сухої речовини	%	65,8
2.	Клітковина (целюлоза)	%	39,2
3.	Лігнін	%	14,4
4.	Цукри	%	7,3
5.	Крохмаль	%	4,0
6.	Інші	%	0,9
7.	pH водної витяжки		4,02...4,30

Для збільшення внутрішньої адсорбційної поверхні та покращання їх сорбційних та іонообмінних властивостей були випробувані методи хімічного модифікування багаси (фосфорилування, карбоксилювання). При такому обробленні багаси, виділяються складові речовини, що легко гідролізуються (крохмаль, пектинові речовини, сахариди), целюлоза при цьому частково гідролізується, набуваючи властивостей мікрокристалічності, покращується поруватість та зростає питома поверхня матеріалу, що зумовлює підвищення її реакційної здатності. Отриманий нами продукт має високу обмінну ємність ($COE = 3,1...4,81$ мг-екв/г) і може бути використаний для зв'язування та вилучення катіонів важких металів із водних розчинів за механізмом іонного обміну, комплексоутворення чи молекулярної сорбції.

Висновки. Таким чином, розроблена комплексна технологія перероблення цукрового сорго може запропонувати промисловості України широкий перелік натуральних, екологічних продуктів. Так, із одного гектару цукрового сорго (при урожайності 100т) можна отримати 10...12 т цукровмісного продукту; 34...40 т багаси з вмістом сухих речовин в ній 65...70%, яка забезпечить отримання 10,2...12 т сорбенту для очищення забруднених стічних вод та ґрунтів. Це дасть перспективу розвитку сільського господарства і цукрової промисловості, за рахунок виробництва нового, натурального цукровмісного продукту, а також продукції технічного призначення, що в цілому, позитивно вплине на економічну і екологічну ситуацію в країні.

Література

1. Григоренко Н.О. Нова перспективна сировина для цукрової галузі – сорго цукрове (*Sorghum saccharatum* (L.) Pers.) / Н.О. Григоренко, В.О. Штангеев, А.М. Хомічак // Продовольчі

ресурси: зб.наук. праць / НААН ; Ін-т прод. ресурсів НААН України. –Луцьк: «Волиньполіграф» 2016. - № 7. –С.153-156.

2. Григоренко Н.О. Шляхи пошуку розширення асортименту продукції цукрової галузі України / Н.О. Григоренко, В.О. Штангеев, Л.М. Хомічак, І.Г.Гріненко // Цукор України .- К. – 2016. - № 6-7 (126-127). – С. 41-44.

3 Крицкий А.Н. Силос из соргового жома – отходы сорго сиропного производства/ А.Н. Крицкий, Т.И. Елизарова// Материалы международной научно-практической конференции. – Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2010.- С.24-26.

4. Nimbkar N. Syrup Production from Sweet Sorgum / N. Nimbkar, N.M. Kolekar, J. H. Akade, A. K. Rajvanshi // Nimbkar Agricultural Research Institute (NARI), Phaltan. September 2006. s.10. E-mail: nariphaltan@gmail.com.

5. Конкурентні переваги агробізнесу в альтернативних джерелах енергії. Кернасюк Ю.// Агробізнес сьогодні. – 2014. - №18(289). Ел.версія: <http://www.agro-business.com.ua>.

Перспективи застосування електрохімічно активованих розчинів у технологічному процесі цукрового виробництва

Смоленський Василь Борисович - аспірант

Ткаченко Сергій Володимирович - к.т.н., ст. наук.

співробітник **Шейко Таміла Володимирівна** - к.т.н., зав. лаб.

*Кафедра технології цукру, цукровмісних продуктів та інгредієнтів,
Інститут продовольчих ресурсів НААН України*

Основним моментом у виробництві цукру є процес одержання якісного дифузійного соку. Але в той же час дифузійний сік є сприятливим середовищем для розвитку великої кількості шкідливих мікроорганізмів, які в процесі життєдіяльності споживають цукрозу.

Інактивація мікроорганізмів можлива як термічним так і хімічним шляхом. Але такий підхід далекий від раціонального, оскільки вплив високих температур сприяє переходу нецукрів у розчин, тим самим знижуючи доброякісність дифузійного соку, а технічний формалін і інші дезінфектанти, які використовуються на цукрових заводах України в якості хімічних засобів дезінфекції, мають досить токсичну дію, що негативно впливає на здоров'я обслуговуючого персоналу і призводить до порушень технологічного процесу у дифузійному апараті.

Тому на сьогодні актуальним є використання альтернативних екологічно безпечних дезінфектантів для пригнічення розвитку мікрофлори напівпродуктів цукрового виробництва, таких як аноліт («мертва вода»), що є складовою частиною електрохімічно активованої води та має широку сферу застосування, зокрема в медицині.

Нами були проведені дослідження по впливу складових частин електрохімічно активованої води – католіту і аноліту, отриманих на водопровідній воді, без внесення сторонніх домішок, на мікрофлору дифузійного соку та процес екстракції бурякової стружки.

На першому етапі роботи досліджували бактерицидні властивості католіту і аноліту.

Дифузійний сік отримували в наближенні до виробничих умов шляхом екстракції бурякової стружки за температури 72...75°C протягом 80 хв при постійному перемішуванні.

Як відомо, молочнокислі бактерії в процесі своєї життєдіяльності розкладають цукрозу до органічних кислот, які знижують рН дифузійного соку, і тому саме за зміною показника рН оцінювали інгібуючу дію екстрагентів. Зміну показника рН дифузійного соку досліджували протягом п'яти діб за температури 20°C, проби витримували у закритих ємностях.

Експериментальні дані показали, що ефективну інгібуючу дію на мікрофлору дифузійного соку здійснює аноліт, зниження рН₂₀ в зразках отриманих за використання аноліту на п'яту добу складає 21,5%, порівняно з першою добою. Тим самим різниця рН₂₀ зразків дифузійного соку, отриманих з використанням водопровідної води і католіту, складає 34,3% та 35,2%, відповідно.

На наступному етапі роботи досліджували вплив складових електрохімічно активованої води на перехід сухих речовин із бурякової стружки у розчин в залежності від часу релаксації католіту і аноліту по окисно-відновному потенціалу (ОВП).

Дифузійний сік отримували шляхом екстракції бурякової стружки за температури 20°C, у співвідношенні екстрагенту і бурякової стружки 1:1.

Дані експериментальних досліджень засвідчили про те, що перехід сухих речовин (СР) із бурякової стружки у розчин припиняється після 96 хв екстрагування в усіх зразках. Але найкращі умови екстрагування забезпечує саме аноліт, так як маємо рівномірний, поступовий перехід СР у розчин, на відміну від зразків екстрагування яких проходило з використанням водопровідної води і католіту. Крім цього чистота дифузійного соку, отриманого з використанням аноліту, виявилася на 2,4 і 2,3 од. вищою у порівнянні з контролем і католітом відповідно.

Візуальний контроль стружки після екстрагування показав, що аноліт як екстрагент має також високу антиокислювальну здатність (бурякова стружка була світлого білого кольору), у порівнянні з водопровідною водою і католітом (бурякова стружка мала ознаки окислення), що дуже важливо при переробці пошкоджених буряків.

Далі ми дослідити вплив різної кількості аноліту на перехід цукрози у розчин із бурякової стружки та розвиток мікрофлори отриманого за цих умов дифузійного соку.

Оскільки попередніми дослідженнями було доведено, що рН аноліту в діапазоні 2,5...6,5 недостатньо впливає на його антимікробну активність, але обумовлює збільшення її у діапазоні рН 6,5...7,5, в подальшій роботі ми застосовували аноліт з показником рН₂₀ 6,6.

В експерименті використовували буряк з характеристиками клітинного соку: Цк=17,82%, СР=20,2%, Ч=88,2%.

Результати досліджень показали, що найбільш повно цукроза переходить у дифузійний сік за використання у якості екстрагента 100% розчину аноліту, про що свідчить підвищення чистоти дифузійного соку на 1,8 од. у порівнянні з контрольним зразком. Його використання для екстрагування спричиняє менший перехід у дифузійний сік нецукрів у порівнянні з контролем і іншими зразками, що підтверджується низьким значенням електропровідності у зразку №7 та його високим значенням ОВП.

Щодо розвитку мікрофлори дифузійного соку, то ефективну інгібуючу дію здійснюють 30%, 40%, 50%, 100% розчини аноліту. Але найкращі результати були отримані при використанні 50% розчину аноліту, зниження рН₂₀ отриманого на ньому дифузійного соку на п'яту добу складає 6,8 %, що менше на 17,8% у порівнянні з контрольним зразком, зниження рН₂₀ якого склало на п'яту добу 24,6%.

Оскільки аноліт покращує умови переходу у розчин цукрози ми також дослідили динаміку переходу у дифузійний сік СР впродовж всього часу екстрагування, яка показала, що використання 50% і 100% розчину аноліту у якості екстрагенту забезпечує рівномірний перехід у розчин СР у порівнянні з контрольним зразком і тим самим покращує умови екстрагування. Крім цього накопичення вмісту СР у дифузійному соку за використання 100% і 50% розчину аноліту припиняється через 70 хв, що в свою чергу створює передумови для скорочення часу екстрагування у сучасних дифузійних апаратах.

Таким чином, аноліт виявився ефективним дезінфектантом з тривалим бактеріодинамічним ефектом і є перспективним для застосування в технологічному процесі цукрового виробництва, а саме при екстрагуванні цукрози. Час релаксації аноліту за

екстрагування складає 96 хв, цього часу цілком достатньо для проходження екстракції у дифузійному апараті.

Вплив факторів зовнішнього середовища на технологічні якості цукрових буряків.

Мількевич Володимир Михайлович - к.т.н., доцент
Кафедра виробництва цукру та сахаридів ПЦДО, НУХТ.

Для формування високопродуктивних посівів цукрових буряків необхідно мати певний оптимум природних факторів і ресурсів, як тепло, волога, світло, фотосинтетична активна радіація (ФАР), повітряне забезпечення. Цей комплекс має звичайну специфіку тих чи інших географічних територій і визначає їх бурякопридатність. В цілому високим є той кліматичний потенціал бурякопридатної території, який в повній мірі забезпечує реалізацію біологічного потенціалу сучасних гібридів цукрових буряків при інтенсивних технологіях їх вирощування.

Цукровий буряк відноситься до рослин довгого дня з помірною вимогою до тепла.

Фактори температури, вологи, інтенсивності сонячного випромінювання, повітряного живлення можуть забезпечувати урожайність буряків понад 60 т/га з високими технологічними якостями, що дозволяє виробляти більше 10 т. цукру з гектара бурякового поля.

Таблиця 1.

Вплив генотипу і зовнішнього середовища на ознаки і властивості цукрових буряків

Ознака/ властивість	Обумовленість		Ознака/ властивість	Обумовленість	
	Генети чна	Зовн. середов.		Генетич на	Зовн. середов.
Урожайність буряків	XX	XX	Схожість при холодній погоді	XX	XX
Збір цукру	XX	XX	Польова схожість	X	XXX
Урожайність листя	XX	XX	Форма кореня	XXX	X
Вміст цукру	XXX	X	Мілка боріздка на корені	XXXX	0
Вміст нецукрів	XX	XX	Рівномірна висота головок буряків	XX	XX
Вихід цукру	XX	XX	Добра викопуваність	XX	XX

Високий вихід етанолу	XXX	X	Швидкий ріст в ранній фазі розвитку	XX	XX
Стійкість 2 до хвороб	XXX	X	Використання ФАР	XXX	X
Стійкість до нематоди	XXX	X			
Лежкість	X	X			
Стійкість до цвітухи	XXX	X			

X - низька обумовленість;
XX - середня обумовленість;
XXX - висока обумовленість;
XXXX - дуже висока обумовленість;
0 - відсутня обумовленість;
2 - стійкість, або толерантність.

Як бачимо, на такі ознаки, властивості цукрових буряків як урожайність, збір цукру, вміст нецукрів, вихід цукру в рівній мірі (середня обумовленість) впливають як генетична, так і обумовленість зовнішнього середовища. А на таку властивість як польова схожість в значній мірі впливають фактори зовнішнього середовища тепло, волога, аерація, підготовка ґрунту. Сучасні гібриди мають високу лабораторну схожість потрібно всіма агротехнічними прийомами сприяти досягнення і високої польової схожості від якої в подальшому залежить густина стояння рослин, дружні ранні сходи, формування листового апарату, продуктивність і якість цукрових буряків.

Період вегетації буряків- період від появи сходів до збирання становить 160 - 220 днів. Продовження вегетаційного періоду за рахунок раннього посіву дає більш високий урожай ніж при продовженій осені.

Для розвитку буряків сума активних температур вище 10 0С повинна бути в межах від 1600 до 27000С. Мінімальна температура для проростання насіння складає від 2 до 4 0С. Чим тепліший ґрунт, тим швидше насіння проростає. Короткотермінові заморозки до -50С, не шкодять насінню яке проростає. Восени цукровий буряк витримує короткотермінові заморозки до -50С. При подальшому зниженні температури коренеплоди замерзають без зміни наявності в них цукру. Але після відтанення цукристість коренеплодів починає різко падати в наслідок переходу цукрози в моноцукри. Крім того коренеплоди загнивають і зменшується їх лежкість.

Дуже високі температури влітку понижують асиміляцію, зменшуючи накопичення урожаю і цукру.

Продовження сонячного випромінювання з червня до вересня при достатній забезпеченості вологою, а також помірних денних і відносно низьких нічних температур, сприяє утворенню сухої речовини, підвищує урожайність, цукристість і якість бурякової сировини.

Розсіяні промені не забезпечують асиміляції. Внаслідок нестачі енергії, поживні речовини не перетворюються в високомолекулярні сполуки. Коренеплоди збагачуються мінеральними речовинами і низькомолекулярними азотними сполуками, які погіршують якість цукрових буряків.

Зрілі рослини цукрових буряків менше чутливі до вітру. На ґрунтах, які легко піддаються вітровій ерозії, молоді рослини можуть засипатися, або пошкоджуватися частинками піску.

Потреба цукрових буряків у воді відносно невелика. Коефіцієнт транспірації у цукрових буряків порівнюючи з другими культурами, відносно низький і коливається 190-220 л. води на кг. сухої маси. Молоді рослини потребують відносно менше вологи. Потреба їх у воді зростає у другому періоді розвитку рослин, липень, серпень. Для одержання урожаю коренеплодів 50 т./га. потрібно 35000-40000м³. води. Продовжений стрес визваний недостатком вологи призводить до значного зниження урожайності і якості цукрових буряків. Після періоду засухи по новому починається ріст цукрових буряків, на що витрачається накопичений в коренеплодах цукор на новоутворення листя і корінців. Крім того нестача вологи перед збиранням погіршує лежкість буряків.

Надлишок вологи ущільнює ґрунт, знижує його аерацію, цукристість, затримується дозрівання.

Випадання граду для молодих рослин негативно, втрати листової поверхні під час масового росту зменшує урожайність на 20-30%.

Основою утворення урожаю коренеплодів з високими технологічними якостями є фотосинтез - процес при якому за допомогою сонячної енергії в хлоропластах зелених листків синтезується з CO₂ і води первинні органічні речовини, які забезпечують у цукрових буряках обмін речовин.

Цукрові буряки по фіксації CO₂ і використанню ФАР відносяться до рослин групи Сз. Порівнюючи з іншими культурними рослинами, цукрові буряки відносно добре використовують сонячну енергію (таблиця 2). Доля адсорбованої листками ФАР показує скільки сухої маси утворюється на одиницю енергії. Оптимальна для цукрових буряків сумарна сонячна радіація за період вегетації рівняється 2800-3500 МДж/м². За період вегетації цукрових буряків загальні ресурси

ФАР повинні становити не менше 1300-1700 МДж/га. Збільшення сумарної сонячної радіації, ФАР, суми активних температур за період вегетації прискорює технічну стиглість цукрових буряків, що потрібно враховувати при плануванні початку перероблення бурякової сировини. ФАР у визначеному місті вирощування константна величина, на рівень її використання можливо впливати тільки розміром листової поверхні рослин цукрових буряків.

Фотосинтетичну продуктивність можливо підвищити всіма агротехнічними способами, які збільшують величину фотосинтезу за рахунок асиміляційної поверхні листя рослин. Сюди відносяться всі фактори, які сприяють росту листового апарату в першій половині розвитку цукрових буряків і пришвидшують змикання рядів: це ранній посів, створення оптимальних умов для проростання насіння, рівномірне розміщення рослин на площі, догляд, інтегрований захист рослин, збалансоване удобрення.

При затриманні розвитку цукрових буряків в травні, червні тільки 20% ФАР попадає на листя буряків. Чим раніше змикаються листя в рядках, міжряддях, тим вища фотосинтетична продуктивність, урожайність і технологічна якість цукрових буряків.

Своєчасне і збалансоване забезпечення рослин буряків в періоди і в фази їх розвитку вологою, теплом, сонячною радіацією, повітрям, дасть можливість одержання високого урожаю, з високою цукристістю і високими технологічними якостями.

Таблиця 2.

Використання фотосинтетичної активної радіації цукровими буряками для утворення сухої речовини порівнюючи з іншими культурами

Культура	Тип рослини по фіксації CO ₂	Частка використання ФАР для створення сухої маси, %.
Цукровий буряк	C3	4,3
Озимий ячмінь	C3	1,8
Озима пшениця	C3	1,7
Кукурудза	C4	3,4

Утворення сухої маси цукрових буряків характеризується:

- чистою продуктивністю фотосинтезу (ступінь асиміляції), вираженою в г. CO₂/м²/час;
- індексом листової поверхні, або середньою асимілюючою поверхнею листя рослин до поверхні ґрунту на якій вони знаходяться;

- фотосинтетичним потенціалом, або середньою асимілюючою поверхнею листків (m^2), помноженої на продовженість вегетаційного періоду.

Вторинні енергоресурси цукрового заводу: погляд аудитора

Філоненко Віталій Миколайович – к.т.н., доцент

Доповідь базується на матеріалах численних енерготехнологічних аудитів цукро заводів України, Росії, Молдови, Білорусії а також ряду заводів Західної Європи.

Доповідь призначена для представників менеджменту цукрових заводів, які мають відчувати потребу у визначенні реального стану та перспективи енергозбереження свого підприємства.

Бурякоцукрове виробництво відноситься до виробництв, у яких вся отримана теплова енергія, за виключенням теплоти зворотного конденсату, виконавши виробничі функції, відводиться в навколишнє середовище.

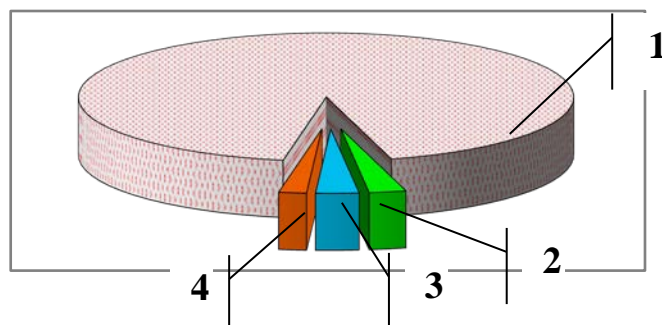


Рис. 1. Структура потоків теплоти на вході в цукровий завод.

1 – з грійною парю – 93 %; 2 – з буряковою стружкою – 2,4 %;

3 – із свіжою водою для дифузійної установки – 2,8 %;

4 – із екзотермічними реакціями – 1,8 %

Примітка. В структурі потоків теплоти не врахована теплота електричної енергії, що отримана заводом, і конвертована, у певному співвідношенні, у теплоту енергоносіїв та продуктових потоків.

В структурі відведення втрат теплоти від заводу існують потоки теплоти, які можуть бути повторно використані, у разі їх повернення в теплову схему заводу і забезпечити зменшення енергоємності виробництва. Такі потоки отримали назву вторинних енергоресурсів (ВЕР).

У разі повної відсутності використання теплоти ВЕР теплова схема заводу, за розрахунками автора, має наступні показники своєї енергоємності:

- високу питому витрату теплоти на виробництво – 302,9 Мкал/т буряку;
- високу питому витрату пари – 58,2 % до маси буряку;
- високу питому витрату палива – 52,7 м³ газу на тону буряку.

На рис. 2, наведено структуру потоків теплової енергії, що відводиться від цукрового заводу за умови повної відсутності використання теплоти ВЕР.

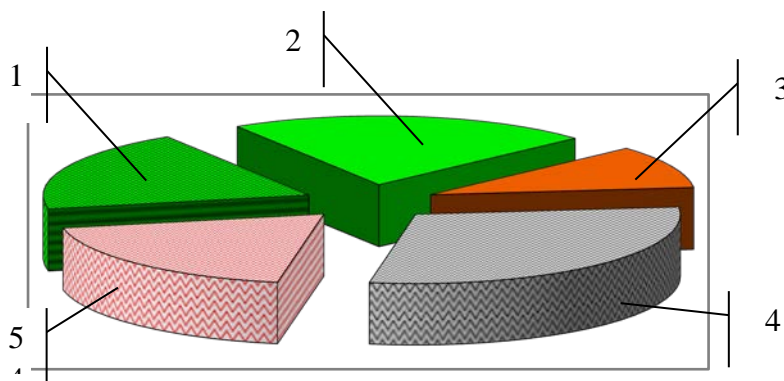


Рис. 2. Структура потоків теплоти, що відводиться від цукрового заводу, за умови повної відсутності використання теплоти ВЕР:

- 1 – теплота конденсату, що повертається в ТЕЦ – 19,3;
- 2 – теплота конденсату вторинних парів ВУ– 22,2 %;
- 3 – теплота сирого жому – 10,1 %; 4 – теплота решти потоків теплоти, що не підлягає поверненню – 29,5 %;
- 5 – теплота утфельної пари вакуум-апаратів – 19,0 %.

Висновок:

1. 70 % від уведеної теплоти в завод (4-ри потоки) можуть розглядатися, як потенціал теплоти ВЕР.

2. 30 % від уведеної теплоти в завод (9 потоків) вважаються неминучими втратами.

Маючи такий значний обсяг теплоти ВЕР, природньо розраховувати на суттєве зниження енергоємності цукрового виробництва, у разі повернення цієї теплоти в теплову схему заводу.

Досягнення європейських цукрових заводів, що мають показники теплоспоживання на рівні мінімально досяжних:

$$\begin{aligned} q &= 122 - 133 \text{ Мкал/тону буряку;} & (q &= 5,20 \cdot d) \\ d &= 23 - 25 \% \text{ до маси буряку;} & (d &= 0,190 \cdot q) \\ b &= 22 - 24 \text{ м}^3 \text{ газу/тону буряку;} & (b &= 0,175 \cdot q) \end{aligned}$$

обмовлені, насамперед, з максимальним рівнем використання в тепловій схемі заводу теплоти ВЕР, і дотриманням на рівні 110 – 115 % до маси буряку відкачки дифузійного соку.

На сьогодні, значна частина теплоти ВЕР (до 40 % від отриманої) повертається в теплову схему заводу практично на всіх цукрових заводах галузі, а саме:

- використано 100 % теплоти конденсату, що повертається в ТЕЦ;
- використано 40 % теплоти утфельної пари в «чистому відсіку» ВКУ для нагрівання живильної води для дифузії;
- використано до 30 % теплоти конденсату вторинних парів ВУ в вигляді парів самовипаровування в системи паровідборів ВУ;
- використано до 10 % теплоти конденсату вторинної пари ВУ для нагрівання переддефекованого соку.

Такий стан використання теплоти ВЕР обумовлює знижений рівень теплоспоживання заводу, а саме:

$$q = 232,1 \text{ Мкал/т буряку};$$
$$d = 44,0 \text{ \% до маси буряку};$$
$$b = 40,6 \text{ м}^3 \text{ газу/тонну буряку}.$$

Обовязковою умовою використання теплової енергії ВЕР в будь якому виробництві є наявність в його теплотехнології т.зв. «областей рекуперації» – ОР.

Стосовно цукрового заводу – ОР являє собою групу процесів нагрівання, випаровування екстракції та ін., які без шкоди для регламенту виробництва, спроможні сприйняти теплоту ВЕР. У цьому разі теплоносій із складу ВЭР, «витісняє» первинний теплоносій (грійну пару), зменшуючи теплоспоживання виробництва.

За оцінкою автора, в теплотехнологічній схемі цукрового заводу існує 8 «областей рекуперації», саме:

- процес нагрівання стружки перед подачею в дифузійний апарат – ОР-1 ;
- процес нагрівання дифузійного соку перед подачею його у прогресивний переддефекатор – ОР-2 ;
- процес нагрівання преддефекованого соку – це ОР-3;
- система паровідборів ВУ – ОР-4;
- процеси компенсації втрат в навколишнє середовище в продуктовому відділенні (в сиропних та паточних ящиках) – ОР-5;
- процес нагрівання сирі води для живлення дифузійного апарату – ОР-6;
- процес екстракції стружки в дифузійному апараті – ОР-7;
- процес нагрівання сатураційного газу – ОР-8;

Загальний тепловий потенціал всіх ОР теплової схеми заводу, за оцінкою автора, на 20 – 30 % нижче загального потенціалу всіх ВЕР заводу.

Це означає, що тепла схема цукрового заводу не в змозі прийняти всі наявні потоки ВЕР і 20 %– 30 % теплоти ВЕР приречені бути втраченими в навколишнє середовище.

Структура відведеної теплоти у разі максимально граничного використання теплоти ВЕР, з максимально «заповненими» теплою ВЕР областями рекуперації (за виключенням ОР-1, ОР-6 і ОР-8) наведена на рис. 3.

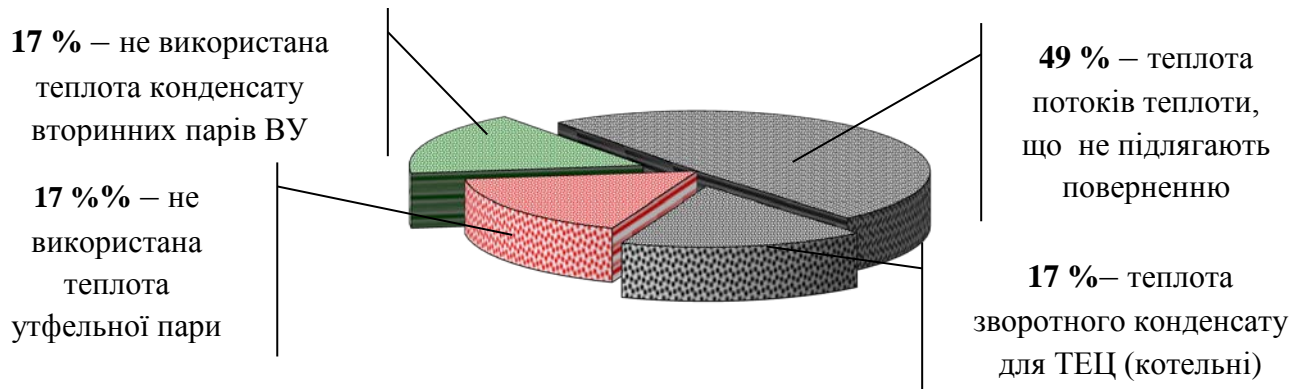


Рис. 3. Структура потоків теплоти, що відводяться від цукрового заводу, який має максимальний рівень використання теплоти ВЕР

Цукрове виробництво, за умови існуючої енерготехнології, навіть за умови гранично досконалої теплотехнологічної схеми, приречено на значне (не менше 34 %) недовикористання теплоти ВЕР, обумовлене недостатнім обсягом наявних областей рекуперації, а саме:

- теплоти конденсату вторинної пари ВУ – 17 %;
- теплоти утфельної пари вакуум-апаратів – 17 %.

Висновки

1. Використання теплоти ВЕР слід розглядати як перший за значимістю фактор зменшення теплоспоживання цукрового виробництва.

2. Зростання обсягів використаної теплоти ВЕР до граничного рівня та зменшенням відкачку соку до рівня 110-115 % до маси буряку гарантує зменшення енергоємності виробництва цукру на 55 %. У цьому разі досягається зниження питомої витрати теплоти від 302,9 до 136,0 Мкал / (тону буряку), а палива від 52,7 до 23,7 м³ газу на тону буряку.

3. Можливості «областей рекуперації» цукрового заводу значні, але обмежені і не здатні прийняти всю теплоту ВЕР.

4. Найефективнішим, гарантуючим 100 % прийняття тепловою схемою заводу теплоти ВЕР є спосіб конвективного

теплообміну, який унеможливає витіснення тепло лоти, що вже використовується.

5. Зменшення теплоспоживання цукрового виробництва потребує «активізації» потенціальних областей рекуперації в його теплотехнологічній схемі.

Робота струминних сульфитаторів у технологічній схемі заводу

Пономаренко Віталій Васильович - к.т.н., доцент

Люлька Дмитро Миколайович - к.т.н., доцент

Хитрий Ярослав Сергійович - аспірант

Кафедра технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування, НУХТ

Вискребцов Володимир Борисович - к.т.н.

Вступ. Сульфитація в цукровій промисловості є одним з головних технологічних процесів, що передбачає обробку рідини сірчистим ангідридом з метою досягнення заданого значення pH , зменшення барвних речовин в цукрових розчинах та стерилізації.

На вітчизняних цукрових заводах для проведення сульфитації рідин, використовують сульфитатори різних типів: зрошувальні, барботерні, з вібруючими пластинами, а також струминні [1].

Одним з найбільш ефективних апаратів вважається струминний сульфитатор типу ПСК, конструкцію якого запропоновано у 80-х роках: простий у виготовленні та обслуговуванні, компактний, доволі висока утилізація сірчистого газу при обробці як живильної води на дифузії так і цукровмісних розчинів.

Матеріали і методи. У роботі використано метод аналізу науково-технічних досягнень вітчизняних та закордонних вчених та інженерів. Здійснено огляд патентних баз та наукової періодики. Проведено дослідження роботи ежектора на гідравлічному стенді.

Результати обговорення. Обробка рідини може здійснюватись сульфитаційним газом в якому міститься SO_2 , який реагує з водою утворюючи при цьому сірчисту кислоту ($SO_2 + H_2O \leftrightarrow H_2SO_3$), або введенням технічної сірчаної (сульфітної, H_2SO_4) кислоти. Перевагою останнього способу є простота дозування та створення кислотної буферності екстрагента до заданого значення pH .

На відміну від сірчаної кислоти, яка є сильним окислювачем (сірка в ній шестивалентна) – викликає корозію металевих деталей,

сірчиста кислота (сірка в ній чотирьохвалентна) гарний відновник та антисептик, що має вирішальне значення при обробці цукровмісних розчинів та води. Ці якості дають ряд переваг сірчистій кислоті в порівнянні з сірчаною кислотою, а саме [2]:

- сприяє переходу барвних речовин соку в лейкосполуки (ефект знебарвлення);
- знижує в'язкість соків та сиропів, що скорочує час уварювання утфелю;
- сприяє інтенсивному пригніченню життєдіяльності мікроорганізмів (стерилізація);
- просте обладнання для отримання сульфітаційного газу.

Що ж до обладнання, яке застосовують для сульфітації рідин, то воно повинно забезпечити високу ступінь утилізації сірчистого ангідриду, достатню для досягнення заданого значення pH цукровмісних розчинів. За час експлуатації струминних сульфітаторів виявлено ряд недоліків в їх роботі:

- неможливість підтримання оптимального pH розчину при постійно змінній витраті рідини;
- не відповідність задекларованого коефіцієнту використання діоксиду сірки в 98 %, про що свідчить корозія витяжної труби.
- недостатня глибина сульфітації, як наслідок не відповідність регламентним значенням pH ;
- загазованість робочого місця.

Позбутися вказаних недоліків можливо шляхом удосконалення ежекційного апарату, а саме:

- встановлення різного роду завихрювачів в камері змішування [3];
- зміна типу розпилювача [4].

В сульфітаторах типу ПСК для розпилення рідини використовується диск з отворами, що фактично являється струминними форсунками, які мають невеликий кут розпилення, а формування крапель відбувається на великій відстані від сопла форсунки. При витіканні рідини з сопла форсунки, можливий режим коли струмінь рідини не торкається стінок камери змішування, ежекція газу відсутня, так як відбувається його всмоктування через відкритий торець, тобто відбувається циркуляція газової фази, процес сульфітації не відбувається.

Однак, процес сульфітації – це хемосорбційний процес, для протікання якого необхідна значна поверхня контакту фаз, що можливо при використанні в якості активного сопла ежектора відцентрово-струминної форсунки. Це забезпечує рівномірне заповнення факелом розпиленої рідини всього поперечного перерізу камери змішування, ежекція газу збільшується, що

гарантовано покращує ефективність роботи струминного сульфітатора.

На жаль даних для можливості проектування ежекторів з відцентрово-струминними форсунками в якості робочих сопел, що забезпечують ефективну роботу сульфітаторів недостатньо.

Для встановлення закономірностей гідродинаміки двохфазного потоку в ежекторі на кафедрі технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування НУХТ були проведені додаткові дослідження.

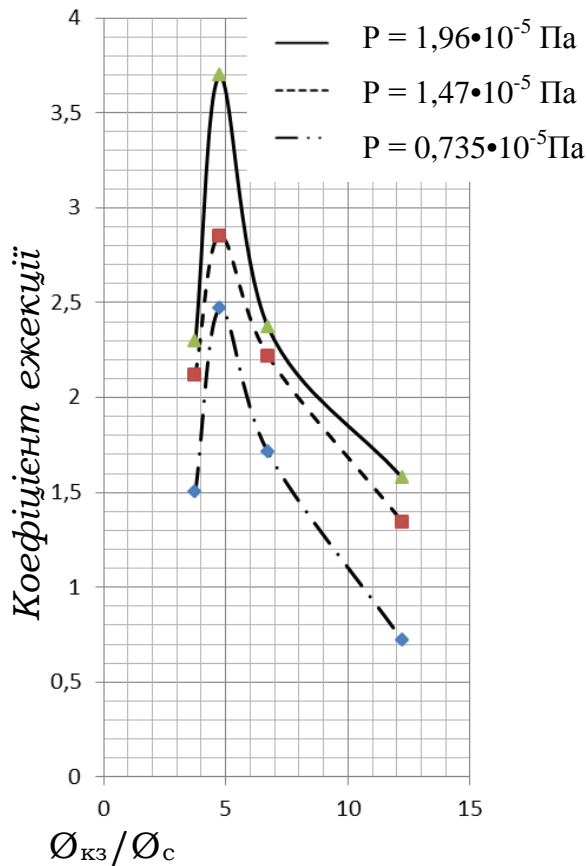


Рис. 1. Залежність об'ємного коефіцієнта ежекції від відношення d_{kz}/d_c : тиск рідини 0,735, 1,47 та $1,96 \cdot 10^{-5}$ Па

На основі експериментальних даних побудовано графіки залежності коефіцієнту ежекції від геометричної характеристики ежектора при різних тисках рідини. Ежекційні апарати, які мають відносно малі значення d_{kz}/d_c мають круту характеристику і з її збільшенням більш полого. Для прикладу наведемо графік залежності коефіцієнту ежекції від геометричної характеристики d_{kz}/d_c (рис. 1), при тиску рідини 0,735; 1,47 та $1,96 \cdot 10^{-5}$ Па.

Діаметр сопла відцентрово-струминної форсунки 4, 6 мм, камера змішування ежектора мала діаметри — 8, 15, 19, 27,49 мм.

Як видно з графіку при більш високих тисках подачі рідини на форсунку коефіцієнт ежекції приймає більші числові значення. Оптимальне

значення геометричної характеристики ежектора в усіх дослідках лежить в межах 4,5...5,5.

Висновки. Проаналізовано роботу типових сульфітаторів струминного типу, вказані недоліки його роботи. Встановлено оптимальне значення геометричної характеристики ежектора в якому в якості розпилювача використано відцентрово-струминну форсунку, що дозволить проектувати апарат з високими технічними характеристиками.

Література

1. Штангеев, В.О. Современные технологии и оборудования свеклосахарного производства. В 2-х ч. Ч.2. – В.О. Штангеев, В.Т. Кобер, А.Г. Белостоцкий и др.; Под ред. В.О. Штангеева. – К.; «Цукор України». 2004. – 307 с.
2. Молотин, Ю.И. Сульфитационная обработка соков, сиропов и экстрагента свеклосахарного производства. / Ю.И. Молотин, В.О. Городецкий. // Журнал «Сахар», 2013, №9, С. 38.
3. Патент № 102782 Україна, МПК С13В 20/10 (2011.01) В01F 3/04 (2006.01) В04С 5/04 (2006.01). Сульфитатор / Луговська О. А., Пономаренко В. В., Хитрий Я. С. ; власник Національний університет харчових технологій. - № а 201206202 ; заявл. 23.05.2012 ; опубл. 12.08.2013, Бюл. № 23.
4. Вискребцов, В.Б. Чому станція сульфитації іноді працює незадовільно. - В.Б. Вискребцов, В.В.Пономаренко. // Журнал «Цукор України», 2011, № 8 (68), С. 18-20.

Зниження ризиків при виконанні ремонтних робіт на цукрових заводах

Валерій Зіновійович Шишков - к.т.н., доцент
Світлана Євгенівна Катаєва - проф., докт біологічних наук,
Ярослав Володимирович Нирко - ст. викладач,
Андрій Валерійович Шишков -ст. викладач інженер
Кафедра охорони праці ШДО, НУХТ

Вступ. Наведені дані аналізу виробничого травматизму на цукрових заводах України. З метою запобігання нещасним випадкам в майбутньому, запропоновані організаційно-технічні заходи, які повинні виконуватись персоналом цукрових заводів до початку та при виконанні ремонтних робіт.

У виробничий сезон часто виникає необхідність проводити поточний ремонт обладнання в умовах, коли поруч працює устаткування з різноманітними видами небезпек: високою температурою, тиском, підвищеною вологістю повітря в робочій зоні, виділенням отруйних та шкідливих газів, наявністю рухомих частин, підвищеною напругою в електричних мережах, шумом та вібрацією, тощо. Крім того, ці роботи іноді доводиться виконувати в незручних умовах, на висоті, у замкнених просторах. Необхідність якнайшвидше виконати роботу по відновленню технологічного процесу в умовах діючих небезпек значно збільшує

ризик травмування працівників, що призводить до нещасних випадків.

За період 1990-2016 роках при виконанні ремонтних робіт на цукрових заводах України отримали зі стійкою втратою працездатності 477 осіб, в т.ч. зі смертельними наслідками – 128 осіб.

Більшість травм було отримано при виконанні робіт на вакуум-апаратах, апаратах I та II сатурації, вапняково-випалювальних печах, скіпових підіймачах, парових котлах, турбоагрегатах, стрічкових конвеєрах, електроустановках та інших.

Ремонтні роботи на цих видах обладнання належать до небезпечних та особливо небезпечних і повинні виконуватись з проведенням всіх необхідних організаційно-технічних заходів, але, як засвідчує аналіз матеріалів розслідування смертельних нещасних випадків, при їх проведенні були допущені грубі порушення.

Аналізуючи фактори, які призвели до травмування, слід звернути увагу на наступне:

1. Щорічно мають місце нещасні випадки при ремонті обладнання з обертовими та рухомими механізмами. Невірне або неповне відключення електроприладів, відсутність огорож приводів, блокуючих пристроїв на обладнанні, яке ремонтується, веде до тяжких механічних травм або смертельних випадків.

2. Підвищеною небезпекою характеризуються роботи в бункерах цукру, сухого жому, вапнякового каміння, твердого палива, тощо. У разі падіння в бункер, людина без сторонньої допомоги вибратися не може, і такий випадок, як правило, закінчується трагічно.

3. Причинами опіків виявились розливи гарячої рідини (води, суспензії, сокостружкової суміші, аміачної води, вапнякового молока, утфелю, патоки, сиропу), викиди пари, вибухових газопродуктів, електрична дуга. Потерпілі підтверджують, що заходи по підготовці технічного обладнання до ремонту в достатній мірі не виконувались, внаслідок чого мали місце нещасні випадки, у т.ч. і групові.

4. Непоодинокими залишаються і випадки електротравматизму при виконанні ремонтних робіт. Наведені дані свідчать, що при підготовці робочих місць під час ремонту обладнання й електроустановок технічні та організаційні заходи виконувались недостатньо.

5. Від отруєння чадним газом постраждали робітники, які ремонтували апарати станції дефекосатурації, парові котли, пробивачі сатураційного газу. Отруєння також отримували

робітники, які виконували роботи в заглиблених станціях фекальних вод, паливних цистернах та ошпарювачах бурякової стружки.

6. Виконання ремонтних робіт на висоті постійно пов'язане з підвищеною небезпекою та вимагає кваліфікованої підготовки персоналу, необхідного технічного забезпечення, застосування засобів колективного та індивідуального захисту, належного контролю за станом безпеки, відповідальності.

На основі аналізу виробничого травматизму встановлені такі причини настання нещасних випадків при виконанні ремонтних робіт:

- відсутність належним чином оформлених нарядів-допусків при виконанні небезпечних та особливо небезпечних робіт;
- порушення правил експлуатації ремонтних і монтажних пристроїв, оснащення, інструментів, механізмів, порушення виробничої дисципліни;
- недбале ставлення фахівців, відповідальних за організацію робіт, до питань безпеки праці;
- порушення вимог правил безпеки праці при виконанні ремонтних робіт всередині апаратів, колодязів, тунелів;
- падіння з висоти предметів (запасних частин, обладнання, інструментів, будівельних матеріалів, конструкцій та інших вантажів);
- незадовільна підготовка до ремонту технологічного обладнання, апаратів, ємностей, комунікацій, споруд та будівель;
- порушення регламенту ремонтних робіт, технічних вимог виконання робіт та технологічних карт;
- порушення вимог правил безпеки праці при виконанні ремонтних і будівельних робіт на висоті;
- вплив несприятливих факторів навколишнього середовища;
- допуск до виконання робіт персоналу без проведення необхідного навчання, інструктажів та перевірки знання правил безпеки праці;
- ураження електрострумом;
- дефекти будівельних конструкцій та деталей;
- порушення правил відключення обладнання з рухомими частинами;
- відсутність або невикористання засобів колективного (огорож, укриттів, вентиляції) та індивідуального захисту (запобіжних поясів, касок, захисник окулярів, спецодягу тощо);
- допуск до експлуатації несправних вантажопідійомних механізмів, ремонтних пристроїв, оснащення інструменту;

- незнання правил безпеки праці або нехтування ними, недостатня професійна підготовка персоналу, який виконує ремонтні роботи;

- допуск до виконання ремонтних робіт осіб не за спеціальністю без проведення інструктажу;

- порушення правил експлуатації ремонтних і монтажних пристроїв, оснащення, інструментів, механізмів, порушення виробничої дисципліни.

Для запобігання нещасним випадкам необхідно виконувати організаційні та технічні заходи, які забезпечують необхідний рівень безпеки ремонтних робіт. Виконання ремонтних робіт, які пов'язані з перебуванням людей в металевих ємностях, колодязях, топках, газоходах та інших місцях, де існує можливість ураження їх електричним струмом, отруєння газами та отримання опіків паром, гарячою водою або продуктами цукрового виробництва відносяться до категорії небезпечних, а в деяких випадках – особливо небезпечних, тому для їх виконання необхідно проводити заздалегідь опрацьовані організаційно-технічні заходи. Метою організаційно-технічних заходів, які дозволяють зменшити кількість нещасних випадків при виконанні ремонтних робіт, є зменшення небезпек та ризиків для працюючих в робочій зоні за рахунок добре продуманої та організованої роботи персоналу та зниження рівня або ліквідацію небезпек, під дію яких може підпадати ремонтний персонал.

До таких заходів необхідно віднести:

- опрацювання та затвердження технологічних карт проведення всіх видів сервісних, регламентних, планово-попереджувальних та ремонтних робіт;

- опрацювання інструкцій з охорони праці при проведенні регламентних, налагодочних, планово-попереджувальних та ремонтних робіт відповідно до вимог та рекомендацій настанов з монтажу, експлуатації та ремонтів заводів, які виготовляли відповідне обладнання;

- проведення належних інструктажів з охорони праці, тренувальних занять персоналу та включити ці питання в програму щорічного спеціального навчання з охорони праці відповідних категорій працівників;

- відключення та відглушення енергетичних потоків виведеного в ремонт обладнання або дільниці технологічної системи;

- наявність вільного доступу до робочого місця, організація проходів і підймання людей при проведенні робіт на декількох рівнях;

- узгодження графіків проведення робіт на різних вертикальних рівнях;
- забезпечення на робочому місці умов навколишнього середовища, які відповідають санітарним нормам (температура і вологість повітря, відсутність шкідливих речовин, пилу, газів тощо);
- застосування заходів, що запобігають випадковій або помилковій подачі на робочі місця технологічних рідин, пари, палива, електричного струму тощо;
- відгороджування зони виконання робіт і вивішування відповідних написів (плакатів);
- забезпечення використання працюючими передбачених індивідуальних та колективних захисних засобів;
- забезпечення працюючих відповідними справними приспособами, пристроями та інструментом;
- встановлення необхідних, паспортних, випробуваних та перевірених драбин, засобів підмоцнування, риштувань та огорож;.

всі необхідні заходи по забезпеченню безпеки працюючих повинні бути виконані до початку робіт;

- в процесі роботи необхідно забезпечити дійовий нагляд за безпекою проведення робіт;
- якщо неможливо повністю забезпечити використання виробничого обладнання працівниками без ризику їхній безпеці, здоров'ю та життю, роботодавець повинен вжити заходи для мінімізації цих ризиків.

Враховання у процесі роботи запропонованих рекомендацій дає підстави сподіватися на те, що це стане поштовхом для підвищення рівня профілактичної роботи по запобіганню на підприємствах випадків виробничого травматизму та професійних захворювань. Застосувавши всього комплексу заходів по зниженню небезпек та ризиків у виробничих процесах ми зможемо гарантувати певний успіх у забезпеченні безпечних умов праці під час виконання ремонтних робіт на підприємствах бурякоцукрової галузі України.

Висновки:

1. Для зниження рівнів ризиків травмувань працівників в процесі виконання ремонтних робіт необхідно опрацювати та впровадити у практику проведення цих робіт технологічні карти їх проведення з визначенням всіх заходів по зниженню небезпек та ризиків травмування персоналу.

2. Необхідно удосконалити проведення інструктажів та спеціального навчання персоналу з питань охорони праці.

Безпека харчових продуктів, гігієнічні та безпечні умови праці на підприємствах цукрової галузі.

Валерій Зіновійович Шишков - к.т.н., доцент,

Світлана Євгеновна Катаєва - проф., докт біологічних наук,

Ярослав Володимирович Нирко - ст. викладач,

Андрій Валерійович Шишков -ст. викладач

Кафедра охорони праці ШДО, НУХТ

В доповіді розглядаються питання єдиного підходу до забезпечення безпеки харчових продуктів та безпеки виробничого персоналу з метою зниження відповідних ризиків.

The report questions of a single approach to the safety of operating personnel and food safety in order to reduce the risks.

В докладі розглядаються питання єдиного підходу к обеспечению безопасности пищевых продуктов и безопасности производственного персонала с целью снижения соответствующих рисков.

Ключові слова: безпека харчових продуктів, гігієна та безпека умов праці, ризики виробництва.

food safety, hygiene and safety conditions, production risks;

безопасность пищевых продуктов, гигиена и безопасность условий труда, риски производства.

Харчування - найважливіший фактор, що визначає здоров'я людини. До пріоритетних напрямів сучасної науки про харчування відносяться забезпечення випуску безпечних для здоров'я людини харчових продуктів, подальший розвиток і зміцнення системи контролю і нагляду за якістю та безпекою продовольчої сировини і харчових продуктів; підвищення рівня знань населення в питаннях здорового харчування. Всебічна інтеграція України до європейських структур відповідно до умов Угоди про асоціацію з Європейським Союзом відкриває нові можливості для українських виробників щодо експорту вітчизняної харчової продукції на ринки країн ЄС. Проте зазначене вимагає безумовно дотримання чинних у країнах Європейського Союзу вимог щодо безпечності харчових продуктів та чіткого виконання чинних нормативних документів ЄС та процедур визначення відповідності цим вимогам виробників та їх продукції.

З 20 вересня 2016р. в Україні вступив в силу більшість положень Євроінтеграційного Закону України №4179 а «Про внесення змін в деякі законодавчі акти України відносно харчових продуктів». Без цього законодавства Україна не може

реалізувати квоти на поставку своєї продукції в рамках підписання Угоди про Асоціацію з ЄС.

Закон України № 1602 – VII «Про основні принципи та вимоги до безпечності харчових продуктів» передбачає обов'язкове запровадження систем управління безпечністю харчових продуктів, базованих на принципах НАССР на всіх харчових підприємствах України. Основна відповідальність за безпечність та якість харчових продуктів покладається на виробників харчових продуктів та операторів ринку. За постачання та реалізацію неякісної продукції встановлюються штрафи та вводиться система відповідальності за порушення норм законодавства.

Як свідчать статистичні дані, за останні роки в Україні значно почастишали випадки харчових отруєнь. Це пов'язано зі зниженням безпечності харчової продукції. Через низку таких факторів:

- використання небезпечних харчових добавок;
- поширення інтенсивних нових недостатньо апробованих харчових технологій; недостатньо обґрунтоване використання барвників, стабілізаторів;
- недостатньо перевірка взаємодії харчових добавок та складових інгредієнтів в окремих видах харчової продукції;
- зростаюче забруднення довкілля та виробничого простору (повітря навколишнє та робочої зони, вода, ґрунт), не дотримання правил та вимог до ведення технологічних процесів, виробничої санітарії та гігієни праці.

Найбільш дієвим шляхом вирішення цієї проблеми вважається використання системного підходу. Таким є стандарти ISO серії 22000, які ґрунтуються на концепції НАССР. Сутність цієї концепції є постійний контроль під час технологічного процесу небезпечних факторів (хімічних, біологічних та фізичних).

В Україні застосування системи ХАССП для усіх підприємств харчової промисловості є обов'язковим. Цього вимагають Закони України «Про безпеку і якість харчових продуктів» і «Про дитяче харчування»

Застосування системи управління безпекою харчової продукції на підставі НАССР дає підприємству можливість гарантувати випуск безпечної продукції за рахунок систематичного контролю на усіх стадіях виробництва належним чином, які можуть впливати на безпеку харчової продукції, забезпечити належні гігієнічні умови виробництва. Забруднення, що потрапляють із навколишнього середовища, мають різну хімічну структуру. За фізичними властивостями це найчастіше стабільні та стійкі в цьому середовищі сполуки, які мають

здатність до біоаккумуляції. Як на безпеку харчових продуктів, так і на безпеку працюючих, впливають такі фактори, як запиленість, загазованість, вологість, температура у виробничих приміщеннях. Тобто безпека харчових продуктів і безпека персоналу є взаємопов'язаними ланцюжками. При проведенні атестації робочих місць за умовами праці можливо враховувати вимоги до безпеки харчової продукції. В цьому випадку ми будемо мати вииграш з точки зору і безпеки продукції, і поліпшення гігієнічних умов праці.

Атестація робочих місць проводиться на підприємствах незалежно від форм власності, виду діяльності господарювання, де технологічний процес, де обладнання, сировина, продукція і допоміжні матеріали є потенційними джерелами шкідливих та небезпечних факторів, які можуть впливати негативно на стан здоров'я працюючих на цьому підприємстві.

Відповідно до вимог діючого, на кожному підприємстві харчової промисловості перш за все необхідно провести атестацію робочих місць, яка дає комплексну оцінку усіх небезпечних виробничих факторів: біологічних, хімічних, фізичних та психофізіологічних, провести аналізи повітря робочої зони, та інших факторів, які негативно впливають на здоров'я і працездатність працівників даного підприємства. Ці дані, безумовно, слід використовувати при оцінці безпеки харчової продукції, що випускається.

Такі заходи у подальшому є головними для проведення сертифікації на підприємствах харчового комплексу систем у ДСТУ ISO 22000:2007 Системи керування безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга та ДСТУ OHSAS 18001:2010. Системи управління гігієною та безпекою праці.

Таким чином ми зможемо об'єднати дуже важливі взаємопов'язані питання:

- безпека харчової продукції;
- безпека виробничого персоналу підприємства;
- зниження ризиків випуску неякісної продукції та безпека персоналу;
- гігієнічне забезпечення умов праці.

Оптимізація масивів керуючих дій для зниження ризиків травмування на підприємствах галузі

Андрій Валерійович Шишков - ст. викладач, інженер
Кафедра охорони праці ІШДО, НУХТ

Працівник може здійснювати дії, що створюють загрозу безпеці, у зв'язку з неправильною оцінкою ступеня ризику. Іншими словами, треба аналізувати не лише самі помилки людини, але і причини, при яких вони сталися. Для того, щоб персонал розумів свої завдання і обов'язки, а також шляхи їх здійснення, необхідні чітко складені і легко сприймані розпорядження, інструкції, керівництва і таке інше. Дане положення також поширюється і на усні спілкування, оскільки тому, хто дає усні розпорядження обов'язково треба бути впевненим, що його вірно та однозначно зрозуміли. В процесі розслідування аварій і нещасних випадків дуже часто прагнуть знайти безпосередніх винуватців, тобто тих людей, дії яких розцінюються як небезпечні або які ведуть до створення небезпечних ситуацій. Питання про те, як і чому були здійснені такі дії, просто ігноруються. Відповідно до сталих понять нещасний випадок є випадковою подією. У свою чергу, його виникнення найчастіше можливе при одночасному прояві ряду інших випадкових подій: прояв потенційно небезпечних подій або станів, в узагальненому вигляді можна представляти як вірогідність вказаних подій. Виникненню нещасного випадку передує, як правило, цілий ланцюг подій. Серед них дуже велике значення мають латентні причини, тобто причини, які вже існують але їх безпосередній прояв відсутній. В таких випадках достатньо одної замикаючої дії, щоб проявився весь ланцюжок пасивних небезпечних подій чи станів. Спробуємо це показати на моделі, яка побудована на базі ідей проф. Дж. Різона.

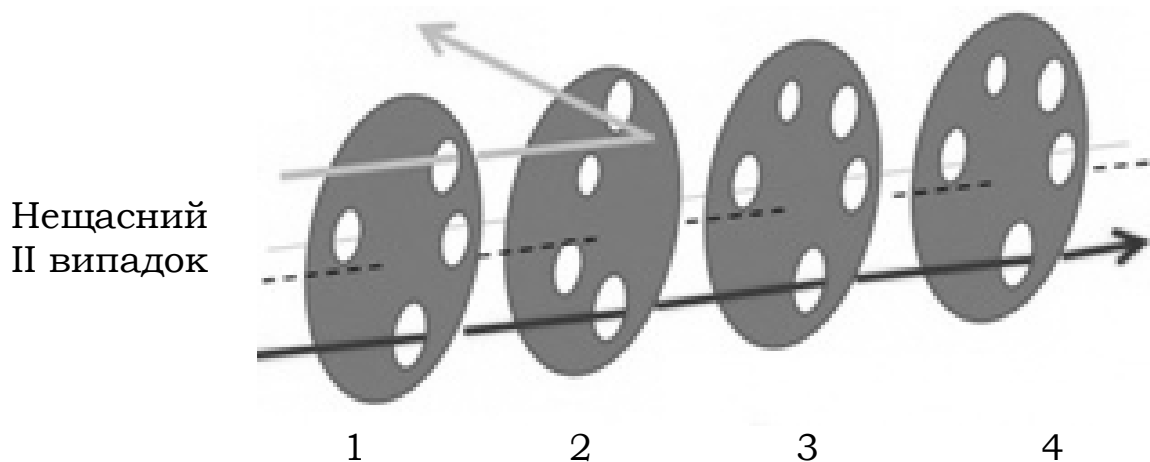


Рис.1. Структурна модель управління безпекою, де 1, 2, 3, 4 – послідовні захисні бар'єри (рівнів управління) ;

- ламана стрілка I показує успішну стратегію захисту;
- пряма стрілка II показує на недостатню ефективність захисних дій, яка призвела до нещасного випадку;
- пунктирна лінія – напрямок виникнення та реалізації небезпечної події у нещасний випадок;

1 – рівень організаційно-технічних заходів по безпечному проведенню виробничих процесів;

2 – рівень технічного стану обладнання;

3 – рівень захисних, блокуючих та попереджувальних пристроїв.

4 – рівень безпеки, якій забезпечується персоналом;

Отвори в захисних бар'єрах показують наявність небезпечних латентних подій або станів в системі виробничої безпеки, коли ці отвори не співпадають, як, наприклад в ситуації I, то реалізація негативної події не відбувається. При співпадінні отворів в ситуації II відбувається реалізація небажаної події – нещасний випадок.

Вочевидь, що нещасні випадки мають свої причини, і їм можна запобігти, необхідно визначити чинники, які можуть робити найбільший та вирішальний вплив на виникнення нещасних випадків. Як приклад приведемо аналіз дослідженого нами смертельного нещасного випадку, який стався на цукровому заводі (ми не наводимо конкретні дані про потерпілого та підприємство з етичних та юридичних причин):

1. На території цукрового заводу під час прокручування обладнання в жомопресовому відділенні бурякопереробного цеху стався смертельний нещасний випадок зі слюсарем 4 розряду Р., при проведенні перевірки в робочому стані обладнання цеху. Один з листів захисної огорожі гвинтового конвеєра був недостатньо закріплений і його деформував. Потерпілий вирішив ліквідувати цю несправність. В цьому випадку можна виділити ланцюжок послідовних подій, які передували даному нещасному випадку:

а). Рівень 1. В акті розслідування цього нещасного випадку фактично не досліджені організаційно-технічні недоліки (латентні причини, які мають відношення до цього нещасного випадку), які допущені на заводі, а саме:

- не розглянута інструкція з охорони праці для слюсаря-ремонтника 4 розряду чи окремі інструкції по видах робіт підвищеної небезпеки;

- в наряді-допуску, який видано на проведення «прокручування обладнання бурякоцеха»:

- потерпілий не включений у состав бригади по проведенню цієї роботи і, відповідно, не отримав інструктажу з охорони праці ;
- при проведенні інструктажу не вказано по якому документу інструктаж проводився;
не здійснено допуск до роботи;
- вказано як особливі умови : «короба шнеків відкрити», що при проведенні випробувальних робіт є неприпустимим оскільки робоче прокручування провадиться у повністю робочому стані ;
- не вказані заходи безпеки при проведенні дорученої роботи;
- не досліджено проект виконання ремонтних робіт та відсутні відомості про наявність такого проекту;

Підсумовуючи по цьому рівню ми можемо констатувати, що найвищі небезпеки становлять:

- дозвіл виконувати роботи зі знятим огороження частин обладнання, яке обертається;
- відсутність вказівки про відключення обладнання від напруги, блокування комутаційного апарату та вивішування застережливого плаката «НЕ ВМИКАТИ, ПРАЦЮЮТЬ ЛЮДИ».

Ці пункти роблять перший отвір у цьому захисному шарі.

б). Рівень 2. В експертному заключні, яке виконано в рамках розслідування цього нещасного випадку, вказано про відсутність кнопки «Пуск» цього конвеєра. Виникає питання, а як його запускали у роботу по прокручуванню? Можливо існувала якась тимчасова схема запуску обладнання?, про яку ніяких відомостей нема.

Тобто схема управління цим конвеєром є співпадаючий отвір у другому рівні управління безпекою.

в). Рівень 3. При запуску конвеєра повинна спрацювати попереджувальна сигналізація, яка могла попередити потерпілого про можливу небезпеку. Тут виникає 2 припущення про ситуацію, яка склалася:

- сигналізація не була підключена і тому не працювала чи сигналізація про пуск конвеєра взагалі відсутня;
- при довжині конвеєра більше 10м вдовж нього повинен бути натягнути трос, який приєднано до кінцевого вимикача, для того, щоб можна було здійснити аварійну зупинку;
- виправлення пошкодженої огорожі проводилося при включеному конвеєрі і потерпілий при цьому оступився і потрапив у шнек.

Підсумовуючи по цьому рівню ми можемо констатувати, що всі пункти порушень становлять безпосередню небезпеку і утворюють співпадаючі отвори у третьому рівні управління.

г). Рівень 4. Потерпілий недостатньо розумів загрозу для свого життя при виконанні цієї роботи в зв'язку з недостатньою кваліфікацією. Комісія по розслідуванню зовсім не дослідила цей фактор. Потерпілий був прийнятий слюсарем-ремонтником 2 розряду 15.05.2006 року, а 08.06.2006 року йому вже присвоїли 3 розряд, 22.09.2006 року його наказом переведено слюсарем-ремонтником 4-го розряду.

Підсумовуючи по цьому рівню ми можемо констатувати наступне:

- присвоєння 2 та третього розрядів могло відбуватися на підприємстві після проведення неформального навчання по затверджених програмах але відомості про це повністю відсутні;
- перевід потерпілого слюсарем-ремонтником 4-го розряду можливий тільки після проведення формального навчання у ліцензованому навчальному закладі та отримання їм в установленому порядку посвідчення про присвоєння відповідної кваліфікації.

Це може свідкувати про те, що фахове навчання потерпілого взагалі не проводилось, а просто присвоювались розряди для можливості доручати йому роботи, які потребують відповідної кваліфікації.

Таким чином ми маємо співпадаючий отвір у четвертому рівні управління безпекою.

Досліджуючи ці чинники, можна виділити визначальні причини нещасних випадків і виробити необхідні кроки, які слід зробити для їх запобігання. Визначальні причини нещасних випадків можна класифікувати на "безпосередні" і "сприяючі". Практично всі дані показують, що не менше 75-80% нещасних випадків відбувається з організаційних причин, тобто при прямій або непрямій участі персоналу. Тому до безпосередніх причин віднесемо неправильні дії працівника, помилки в управлінні і небезпечні умови на робочому місці. Сприяючими чинниками можуть стати: організаційні причини, довкілля, фізичний і психічний стан працівника і рівень його підготовки. Для виникнення нещасного випадку повинна скластися певна комбінація цих причин.

Відповідно до дослідження цього нещасного випадку можна визначити, що, при обмежених ресурсах, дуже важливо побудувати стратегію оптимізації керуючих дій таким чином, щоб уникати співпадінь отворів небажаних подій по рівнях управління.

Література

1. Белов П.Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере. Учебное пособие для студентов вузов. М.: Академия. 2003. - 512 с.
2. Слободской А.Л. Риски в управлении персоналом. Учебник. - СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 2011. - 155 с.
3. Электронное учебное пособие "Надежность технических систем и техногенный риск" подготовлено на базе учебного пособия "Надежность технических систем и техногенный риск" под редакцией Акимова В.А., Лапина В.Л., Попова В.М., Пучкова В.А., Томакова В.И., Фалеева М.И. Электронный ресурс <http://mchs.ru/posobie/>.

Интеллектуальный потенциал предприятия как основа инновационного развития сахарного кластера

Синельников Борис Васильевич - к.е.н.
НТУУ «КШ ім. Ігоря Сікорського»

Особенности развития отрасли в настоящий период заключаются в том, что мы оказались в центре трехстороннего столкновения аграрной, индустриальной и информационной цивилизаций. В этом столкновении свеклосахарный кластер потерпел фиаско. Мы не смогли перестроить производство на основе новых знаний, как в сельскохозяйственном так и в перерабатывающем секторах. Сегодня информация, полученная на основе новых знаний, стала важнее материальных ресурсов.

Свеклосахарное производство Украины значительно отстаёт в аграрном, перерабатывающем секторах, в развитии науки и НИИОКР. Научно-исследовательская сфера характеризуется преобладанием низкотехнологичных укладов, незначительной частью производства наукоёмкой продукции в инвестиционном секторе, устаревшими технологическими процессами, отстающими от современных достижений инвестиционных компаний передовых в плане экономического развития цивилизованных стран, а производственный аппарат отраслей кластера требует сложного технического обслуживания специализированными организациями в ремонтный период, снижающих конкурентоспособность товаров и отрасли в целом.

Роль инновационных процессов в информационной цивилизации. В условиях информационного общества

предъявляются особые требования к качеству входящих в операционную систему предприятий сырьевых ресурсов, средств труда, методам организации производства, сервисному обслуживанию, методом реализации диверсификационных товаров на выходе из этой системы.

Производство сегодняшнего, а тем более будущего, становится всё восприимчивее к техническим и организационным нововведениям, важнейшая роль в которых принадлежит инновационным процессам, становящихся основой ресурсосберегающих и экологически чистых производств. В условиях кризисных ситуаций инновационные технологии решают задачи выхода из кризиса предприятий, либо уменьшает их негативные последствия. Стратегическая инновационная политика превращается в основной источник сохранения конкурентоспособности не только создаваемых новых товаров, но и отрасли в целом.

В условиях развивающихся глобализационных процессов и все возрастающей конкуренции со стороны высокотехнологичных мировых инвесторов у предприятий свеклосахарного кластера возникает объективная необходимость в развитии и эффективном освоении собственного интеллектуального потенциала, накопленного более чем за 200 лет эволюционного развития, задающего темпы обновления производственного аппарата, становящегося основой для разработки стратегии развития и выбора тактики хозяйственной деятельности в условиях глобализации.

Новый подход к решению давно назревших вопросов.

Процесс освоения инновационных технологий определяет необходимость наличия и освоения интеллектуального потенциала (ИП) трудовых коллективов.

Интеллектуальный потенциал – это возможность создавать и использовать интеллектуальные ресурсы трудовых коллективов, формирующими ИП для изменяющихся потребностей потребителей на основе взаимодействия членов трудовых коллективов при освоении (продаже или покупке интеллектуальной собственности с государственной гарантией авторских прав) и развитии интеллектуального капитала, обеспечивающих высокий уровень конкурентоспособности изготавливаемых товаров, на мировом рынке как по цене, и/или качеству.

Освоение инновационного направления для обеспечения устойчивого экономического развития отрасли определяет необходимость создания, развития и освоения объектов интеллектуальной собственности на основе человеческого

капитала, в условиях проведения НИР или опытно-конструкторских разработках.

Человеческий капитал – это квалифицированные работники в сфере науки, образования, сельскохозяйственной и перерабатывающей сферах, формирующих интеллектуальный потенциал, являющихся носителями передового опыта, практических навыков, творческих и предпринимательских способностей, используемых для создания инноваций на основе новых знаний. Управление человеческим капиталом – это возможность повысить эффективность использования возможностей трудового коллектива за счет создания условий, способствующих раскрытию его интеллектуального потенциала, ведущего к лидерству. Отметим, что человеческий капитал подвержен износу (моральному старению знаний, естественному износу человеческого организма) и поэтому нуждается в постоянном воспроизводстве.

Выводы.

1. Использование новых знаний в новейших технологиях, где создаются принципиально новые, как правило, более дорогие товары и услуги, появление которых связано с результатами исследований фундаментальной науки. Проведение таких исследований доступно только ограниченному числу наиболее развитых стран, являющихся одновременно и экономическими лидерами, успешно осваивающих третью, постиндустриальную стадию развития общества.

2. Движущим элементом в переходе к инновационному развитию становится малый и средний бизнес, связанный с новаторством, творчеством как в сфере производства сырья, так и его переработки.

3. Для инноваций, разрабатываемых на основе новых знаний, характерны высокий уровень риска, неопределенности получения позитивных результатов, длительное время от возникновения идеи и реализации её в виде товаров и услуг, более длительный срок возврата затрат на их разработку и освоение.

4. Успех на этом пути определяется:

- качеством стратегического прогнозирования;
- наличие высококонкурентной среды в инновационной сфере;
- высоким уровнем развития фундаментальной науки и инновационной инфраструктуры.

Список использованной литературы

Інноваційна Україна 2020: національна доповідь; (За заг. ред. В.М.Гейця та ін.).-К.: НАН України, 2015.-336с.

Синельников Б. В. Восстановление лидерства свеклосахарного кластера Украины в контексте VI длинной волны Н. Д. Кондратьева // Экономика Украины.- 2016. - №7. –С. 66-81.

Аналіз силових і температурних полів транспортних систем промислових екстракторів

Люлька Дмитро Миколайович - к.т.н., доцент,

Олішевський Ярослав – магістр,

Олішевський Владислав – магістр

Кафедра технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування, НУХТ

За останнє десятиліття на цукрових заводах України нові екстракційні апарати не встановлювалися, тому в міжсезонний період у дифузійних відділеннях проводиться лише ремонт апаратів, який починається з діагностики технічного стану обладнання, за результатами якої планується відновлювальний ремонт або модернізація тих вузлів екстракторів, які виявились недосконалыми.

До дифузійного відділення кожного цукрового заводу потрібний індивідуальний підхід, який залежить від типу екстракторів, компоновки бурякопереробного відділення та технологічної схеми. Для надійної роботи дифузійних установок і апаратів потрібно регулярно проводити комплексну діагностику технічного стану цього обладнання. Тоді буде впевненість що це обладнання буде стабільно та надійно працювати протягом всього виробничого сезону.

Вирішення цієї задачі зводиться до визначення терміну служби найбільш вразливих елементів дифузійного апарата, що дозволяє оцінити надійність роботи установки в цілому.

На основі сучасних методів ультразвукової дефектоскопії нами розроблена методика визначення залишкового терміну служби основних елементів екстрактора. Головною перевагою ультразвукових випробувань є можливість виявлення дефектів, що знаходяться всередині деталі, визначення товщини деталей у будь-якому місці без порушення суцільності і руйнування металу.

Методика ультразвукової діагностики технічного стану дифузійного обладнання передбачає комплексне обстеження всього екстрактора. Царги корпусу і трубовал вимірюються через однакові проміжки по довжині апарата. Заміри товщин лопатей, контропатей, витків шнеків та черпачного колеса проводяться у

місцях найбільшого зношення. Крім того, вимірюється товщини лобових сит і дах екстракторів, а результати вимірювань обробляють і заносять у таблиці та відображаються на рисунках, графіках і діаграмах.

Якщо зношеність елементів обладнання для проведення процесу екстрагування під час його роботи ми можемо лише констатувати, то від неспіввісної установки валів шнеків транспортної системи та приводних станцій напряму залежить роботопридатність та безаварійність роботи екстрактора протягом всього виробничого періоду. Співвісність трубовалів може порушитись в результаті неправильної установки при проведенні ремонтів або заміни виносних і проміжних підшипників ковзання транспортної системи. Як наслідок відбувається постійне протікання дифузійного соку через сальникові ущільнення, що призводить до прискореного зношення поверхонь тертя підшипників та збільшення зазорів. Вся транспортна система працює як колінчатий вал, а це часто призводить до різкого зростання навантажень на приводи і до серйозних аварій. Відсутність центрування приводів, а цьому на цукрових заводах взагалі майже не приділяють уваги, тягне за собою швидке зношення приводних ланцюгів і зірочок.

Проведення центрування довгих валів дифузійних апаратів потребує спеціальних навичок та умінь. Відома трудомістка і не досить точна методика проведення центрування за допомогою натягнутої сталеної струни в апаратах нахилоного типу дає збільшені похибки через установку валів під кутом до горизонталі.

Нами розроблена, апробована і практично реалізована центровка валів шнеків та приводів похилих дифузійних апаратів новим методом за допомогою спеціального пристрою на основі лазерного нівеліру.

Центрування транспортної системи проводять з метою виявлення наявних неспіввісностей опорних підшипників в корпусі апарату відносно їх загальних осей (лівої і правої). Загальною віссю вважаємо вісь, яка проходить через центри верхнього і нижнього виносних підшипників. Права і ліва осі проходять відповідно через праві і ліві виносні підшипники.

Нівелір за допомогою спеціального кронштейну закріплюють на верхньому приводному валу. Напрямо променя лазера відносно осей визначають спеціальною проградуєваною мішенню. Визначення координат кожного проміжного підшипника визначають по шкалі цієї мішені, яку встановлюють на кожен фланець транспортної системи дифузійного апарату.

Цей метод безпечний, його можна застосовувати при змонтованій транспортній системі без демонтажу і проведення

додаткових газозварювальних робіт. Центрування новим методом проводиться набагато швидше і з меншими затратами.

Центрування транспортної системи і приводів новим методом багаторазово апробовано на цукрових заводах України та Росії.

Підготовка техніків-технологів з виробництва цукристих речовин як важливий фактор забезпечення кадрами підприємств галузі

Самілик М.М. – к.т.н., голова циклової комісії 5.05170105 «Виробництво цукристих речовин та полісахаридів»
Сумський коледж харчової промисловості НУХТ, м. Суми
Кафедра технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування, НУХТ

Свою історію Сумський коледж харчової промисловості розпочав із підготовки цукровиків, 1 жовтня 1928 року при Сумській механічній профшколі відкрито хімічне відділення, яке 24 серпня 1930 року було виділене в самостійний технікум під назвою «Сумський хімічний технікум» з підпорядкуванням структурі Союзцукор.

Перший ударний достроковий випуск за скороченою програмою навчання був здійснений у жовтні 1931 року, тоді ж випущено перших 15 спеціалістів-хіміків цукрової промисловості.

За 88 років існування спеціальності «Виробництво цукристих речовин та полісахаридів» в коледжі підготовлено майже 1,5 тис. спеціалістів для харчової промисловості.

Серед випускників спеціальності 3 Герої Радянського Союзу, Герой Соціалістичної праці, доктори, кандидати технічних наук.

Відомими випускниками навчального закладу, які своїми науковими досягненнями примножили славу коледжу є:

- Валерій Григорович Мирончук (випускник 1963 року), доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технологічного обладнання та комп'ютерних технологій НУХТ;

- Надія Іванівна Штангеева (випускниця 1963 року), доктор технічних наук, професор, викладач кафедри технології цукру та підготовки води НУХТ.

За роки своєї діяльності коледж забезпечив галузь кваліфікованими спеціалістами, які і до сьогодні працюють на багатьох цукрових заводах України, Росії, Білорусі, займаючи керівні посади. Серед них:

- Соловей Валентина Олексіївна - директор ПП "Ланнівський цукровий завод";
- Мар'єнкова Надія Іванівна – головний технолог ТОВ "Новооржицький цукровий завод";
- Бондаренко Людмила Олексіївна – головний технолог ТОВ Агрофірма "Добробут" ВП "Кобеляцький цукровий завод";
- Надточій Надія Іванівна - головний технолог ВАТ "Линовицький цукрокомбінат "Красний";
- Антоненко Тетяна Іванівна - провідний спеціаліст Дмитро-Таранівського цукрового заводу;
- Чумак Олена Миколаївна – головний технолог ТОВ Агрофірма "Добробут" ВП "Яреськівський цукровий завод".

Досвід нашої співпраці з підприємствами галузі показує, що найгострішою кадровою проблемою багатьох цукрових заводів є забезпечення кваліфікованими інженерно-технічними працівниками середньої ланки. Інженерно-технічні працівники (технік-технолог, начальник зміни, технік-лаборант, хімік по сировині, майстер) – це той потенціал, який дозволяє в умовах відсутності можливості технічного переоснащення, впровадження систем автоматизації та комп'ютеризації, підтримувати ефективність виробництва за рахунок вирішення конкретних виробничих ситуацій, маневрування технологічним режимом відповідно до якості цукрових буряків.

Серед випускників нашого навчального закладу є молоді спеціалісти, котрі не зважаючи на сезонність виробництва, відсутність високої заробітної плати та не завжди належне забезпечення житлово-побутовими умовами, працюють на заводах і показують непогані результати.

Нажаль, зараз у коледжі відсутня підготовка техніків-технологів за заочною формою навчання. Хоча, в такий спосіб підприємства могли б забезпечувати перекваліфікацію молодих спеціалістів з інших галузей харчової і переробної промисловості, або готувати на замовлення потрібних фахівців з числа випускників шкіл, що знаходяться в їх регіонах. Протягом останніх років роботи заочного відділення підготовлені техніки-технологи для багатьох цукрових заводів, котрі і зараз успішно працюють, займаючи інженерні посади, в тому числі:

- Плехова Світлана Вікторівна – головний технолог ВАТ «Пархомівський цукровий завод»;
- Павлюк Марина Вікторівна - заступник головного технолога ТОВ Агрофірма "Добробут" ВП "Яреськівський цукровий завод";
- Гуменюк Інна Валентинівна - заступник головного технолога ПАТ "Первухінський цукровий завод".

Навчальний процес спеціальності «Виробництво цукристих речовин та полісахаридів» забезпечується висококваліфікованими викладачами, серед яких випускники Сумського технікуму харчової промисловості та Національного університету харчових технологій. Сьогодні викладачами циклової комісії є: чотири випускники технікуму та два випускники університету.

З 2004 року коледж є структурним підрозділом НУХТ, має статус вищого навчального закладу першого рівня акредитації, здійснює підготовку спеціалістів за освітньо-кваліфікаційним рівнем «молодший спеціаліст» і надає початкову вищу освіту за кваліфікацією «технік-технолог з виробництва цукристих речовин».

Значну роль в підготовці кваліфікованих фахівців галузі відіграє практичне навчання. Тому основним завданням коледжу є підготовка студентів до практичної діяльності на виробництві. Підготовка до праці включає в себе, з однієї сторони, озброєння основами знань, необхідними у роботі, з іншої – формування професійних умінь і навичок.

Протягом майже чотирьох років навчання (термін навчання - 3 роки і 10 місяців) студенти проходять 5 різних видів практик:

- Навчальну практику з придбання робочих навичок;
- Навчальну практику з придбання робітничої професії;
- Навчальну практику по вирішенню виробничих ситуацій;
- Технологічну практику;
- Переддипломну практику.

Керівництво навчальними практиками здійснюють викладачі циклової комісії, а технологічною та переддипломною - провідні спеціалісти виробництва.

Враховуючи той незаперечний факт, що високий рівень теоретичної підготовки не замінює практичні навички, першочерговою задачею є проведення практик на базі виробничих підприємств. Праця студентів у процесі практичного навчання є критерієм достовірності знань, перевірки їх якості та надійності. Така робота сприяє більш змістовному вивченню теоретичної частини навчальних дисциплін, поглибленню і розширенню знань.

Відсутність діючих цукрових заводів в Сумській області унеможливає проведення щоденних занять у виробничих умовах. Але завдяки далекоглядності керівництва цукрових заводів і їх розумінню, що ми робимо загальну справу, маємо змогу щотижнево здійснювати виробничі екскурсії на діючі підприємства.

Без належного кадрового забезпечення неможливо вирішувати всі питання, які стоять перед заводами під час

виробничого процесу. Так сталося, що в ХХІ ст.. для нашої галузі актуальним є популярне радянське гасло «Кадри вирішують все!». Робота заводу в значній мірі залежить від технічного рівня спеціалістів, а сьогоднішні практиканти – це завтрашні фахівці, тому неможливо переоцінити важливість практичної підготовки студентів, в тому числі, забезпечення робочими місцями під час проходження практик.

Складна ситуація в галузі призводить до того, що деякі заводи відмовляються, або не мають змоги прийняти студентів на практику. Таким чином, вони фактично не беруть участі у практичній підготовці фахівців, які в найближчому майбутньому їм будуть вкрай необхідні. Викладачі циклової комісії систематично займаються пошуком нових баз практик, спілкуються з керівництвом цукрових заводів щодо підготовки кадрів, укладаються угоди про співпрацю. Нажаль, цього не достатньо для вирішення кадрових проблем галузі.

На державному рівні слід сприяти формуванню позитивної суспільної думки про розвиток цукрової галузі в Україні, в свою чергу задачею навчального закладу є підняття престижності спеціальності серед молоді.

Варто зазначити, що в останні роки спостерігається позитивна тенденція: випускники коледжу не лише продовжують навчання в НУХТ, а й працюють за спеціальністю.

Підготовка сучасного фахівця є процесом активного використання інформаційної техніки для виробництва, переробки, збереження і поширення інформації і знань. Адміністрація коледжу приділяє достатньо уваги питанню розвитку матеріально-технічного забезпечення навчального закладу на шляху впровадження нових інформаційних технологій у навчальний процес.

Оскільки в роботі спеціаліста важливе місце посідають уміння та здатність використовувати знання в умовах, що постійно змінюються, в практичній діяльності. Спеціаліст повинен уміти планувати свою роботу, робити розрахунки, приймати оперативні рішення на основі аналізу ситуацій, що склалися, контролювати хід і наслідки своєї праці. Кожна професія потребує оволодіння специфічними уміннями.

В коледжі застосовується широкий спектр форм навчання: використовуються мультимедійні засоби; вивчаються сучасні комп'ютерні програми для виконання розрахунків, графічної частини курсових та дипломних проектів.

Дипломне проектування є завершальним етапом навчання і передбачає систематизацію, закріплення, розширення теоретичних і практичних знань із спеціальності та застосування

їх при вирішенні конкретних наукових, технічних, економічних, виробничих та інших завдань, а також розвиток навичок самостійної роботи і оволодіння методикою дослідження та експерименту, пов'язаних з конкретними виробничими умовами.

Постійно проводиться робота, яка дозволяє розкрити різнопланові таланти студентів, навчити їх бути комунікабельними; розвивати ораторські здібності, лідерські якості. Студенти приймають участь у науково-практичних конференціях; організовують різноманітні виставки та експозиції; беруть участь у художній самодіяльності.

Отже, запорукою підвищення ефективності кадрової підготовки є тісна взаємодія навчально-виховних зусиль навчального закладу і підприємства. Така співпраця дозволяє:

- підвищити рівень фахової майстерності, професійної підготовки майбутніх техніків-технологів;
- застосовувати набуті теоретичні знання та практичні навички у реальних виробничих умовах;
- популяризувати спеціальність та підвищити зацікавленість студентів у досконалому оволодінню нею.

Очищення дифузійного соку карбонатом кальцію за умов I карбонатизації

Володимир Логвін, Аліна Мартинюк

Національний університет харчових технологій

Вступ. У зв'язку із вступом України до СОТ та експортом готової продукції за кордон, якість цукру має відповідати міжнародним стандартам.

Очищення дифузійного соку є важливою складовою в технології виробництва цукру з буряків без якого неможливо отримати цукор високої якості. Значна кількість несахарозних речовин вилучається саме під час I карбонатизації. З метою отримання цукру відмінної якості потрібно приділяти максимум уваги процесу карбонатизації.

В цукровій промисловості процес карбонатизації називають сатурацією, що є звичним та загальноприйнятим терміном, як для виробничників так і для науковців. Термін "сатурація" в перекладі з англійської мови означає насичення. Дійсно, вапнований сік насичують діоксидом вуглецю. Проте, метою даного процесу є отримання карбонату кальцію, який виконує дві важливі функції: очищення і одержання седиментаційно-фільтраційних

властивостей твердої фази. Процес взаємодії діоксиду вуглецю із гідроксидом кальцію точніше описується терміном "карбонатизація", що означає процес утворення карбонатів.

Матеріали та методи. Експериментальні дослідження проводилися на реальних соках та модельних забарвлених розчинах. Для досліджень використовувалися загальноприйняті методики для аналізу напівпродуктів цукрової промисловості, які затверджено ДСТУ та методики, які були розроблені авторами.

Результати. Дифузійний сік містить у своєму складі значну кількість несахарозних речовин, які видаляються карбонатом кальцію. Раніше були висунуті припущення Н.Є. Логіновим та М.І. Даїшевим про те, що несахарозні речовини входять до складу кристалічної решітки карбонату кальцію, а отже знаходяться в середині кристалів карбонату кальцію.

Метою експериментального завдання було встановити розміщення несахарозних речовин. Дослідження були проведені на забарвлених модельних розчинах. Меланоїдини – це барвні речовини, які використовували для приготування забарвленого модельного розчину. Забарвлений модельний розчин очищали від барвних речовин карбонатом кальцію, що утворився за умов періодичної карбонатизації. Отриманий карбонат кальцію відділяли від розчину шляхом фільтрування. Під дією слабкого розчину соляної кислоти було здійснено розчинення найменших частинок карбонату кальцію і відповідно верхніх шарів окремих частинок CaCO_3 . Наступним кроком було внесення соляної кислоти до відокремленої твердої фази, за рахунок чого відбулося повне розчинення адсорбенту CaCO_3 . Барвні речовини, які були включені під час росту кристалів карбонату кальцію в кристалічну решітку, знаходилися в середині частинки. Це підтверджується інтенсивним забарвленням розчину, який отримано в результаті повного розчинення твердої фази CaCO_3 .

На основі отриманих результатів [1] можна із впевненістю стверджувати, що очищення соку від несахарозних речовин відбувається не лише за рахунок адсорбції але і за рахунок співосадження. Співосадження – це переведення розчинених речовин із розчину в тверду фазу основної речовини, які за звичайних умов знаходилися б у розчині. Повнішому вилученню несахарозних речовин, за рахунок співосадження, сприятиме висока швидкість кристалізації CaCO_3 .

Детальне вивчення процесів, які проходять під час карбонатизації стало поштовхом для розроблення рівняння (1) швидкості очищення соку карбонатом кальцію. За основу рівняння було взято закон Фіка.

Н.Є. Логіновим запропоновано емпіричне рівняння для розрахунку ефекту очищення соку вапном, другою складовою рівняння є ефект очищення соку під час карбонатизації вапнованого соку. Це рівняння не зважаючи на те, що включає витрати вапна на карбонатизацію, не може бути використаними для розрахунків швидкості очищення соку. У ньому не використанні чинники, що мають значний вплив на кінетику адсорбції – це коефіцієнт масопередачі та рушійна сила процесу адсорбції. В основі рівняння Н.Є. Логінова лежить емпіричне рівняння вираження ізотерми фізичної адсорбції Ленгмюра. Зважаючи на перелічені перешкоди, не можливо скористатися рівнянням Логінова для розрахунку швидкості очищення соку під час карбонатизації вапнованого соку [2].

Рівняння швидкості очищення соку карбонатом кальцію

$$A = K_{p.c.} \cdot F \cdot z \cdot (C_{p.c.} - C_{п}), \quad (1)$$

де A – швидкість очищення соку, кг/с;

$K_{p.c.}$ – коефіцієнт масовіддачі в рідинному середовищі, м/с;

F – площа поверхні адсорбції і співосадження, м²;

$C_{p.c.}$ – концентрація несахарозних речовин в рідинному середовищі (в соку), кг/м³;

$C_{п}$ – концентрація несахарозних речовин в рідинному середовищі біля поверхні адсорбенту, кг/м³;

z – фактор прискорення процесу очищення, який обумовлений наявністю зарядів на поверхні частинок CaCO₃.

На ефект очищення соку CaCO₃, виходячи із рівняння швидкості очищення соку карбонатом кальцію, будуть впливати такі чинники:

- концентрація несахарозних речовин у соку;
- середня величина рН (лужність), яка підтримується в апараті I карбонатизації і впливає на величину заряду на поверхні частинок CaCO₃;
- площа поверхні адсорбції і співосадження;
- інтенсивність перемішування соко-газової системи.

Висновки. Барвні речовини входять у тверду фазу кристалів CaCO₃, що свідчить про те, що в очищенні соку карбонатом кальцію бере участь процес співосадження. Повнішому вилученню несахарозних речовин, за рахунок співосадження, сприятиме висока лінійна швидкість кристалізації CaCO₃.

Рівняння швидкості очищення соку карбонатом кальцію має практичне застосування, а саме впливаючи на вище перераховані чинники процесу карбонатизації підвищуватиметься ефект очищення соку I карбонатизації.

Література

1. Логвін В. М. Барвні речовини в очистці соку карбонатом кальцію / В. М. Логвін, А. С. Мартинюк, В. Ю. Виговський, Ю. М. Резніченко // Цукор України. – 2014. – № 11. – С. 27 – 31.

2. Логвін В. М. Рівняння швидкості адсорбції на основі механізму очищення соку карбонатом кальцію під час безперервної карбонізації / В. М. Логвін, А. С. Мартинюк, Ю. М. Резніченко, В. Ю. Виговський // Цукор України. – 2015. - № 9 (117). – С.27 – 32.

Алфавітний показник

- Арне Слот Йенсен – 27
Бабко Є. М. – 54
Баранов В. І. – 95
Барига А. – 49, 57, 60
Бережко К. І. – 35
Бойко В. О. – 39
Бондар О. – 27
Бутило Р. І. – 19
Василенко О. В. – 22
Василенко С. М. – 101
Василенко Т. П. – 101
Верхола Л. А. – 25
Виговський В. Ю. – 106
Вискребцов В. Б. – 129
Володін С. В. – 104
Галузинський О. – 38
Головіна О. В. – 106
Григоренко Н. О. – 129
Гусятинська Н. А. – 46, 109
Дмитруха Н. – 49
Завірюха О. В. – 63
Змієвський Ю. Г. – 77
Катаева С. Є. – 132, 137
Кондусь В. Ю. – 43
Короленко Т. – 49
Котенко О. І. – 43
Котенко О. О. – 43
Ладановський М. І. – 25
Ладанюк А. П. – 98
Лапшин С. О. – 54
Логвін В. – 153
Лопатько К. Г. – 54
Люлька Д. М. – 129, 147
Маринін А. І. – 54
Мартинюк А. – 153
Мельник В. – 39
Мирончук В. Г. – 77, 83, 104
Мількевич В. М. – 121
Нечипор Т. М. – 109
Никитюк Т. В. – 54
Нирко Я. В. – 132, 137
Олішевський В. В. – 147
Олішевський В. В. – 54
Олішевський Я. В. – 147
Петренко В. П. – 39
Петриченко І. Б. – 112
Погорілий Т. М. – 83
Полець Б. – 57, 60
Пономаренко В. В. – 129
Пушанко Н. М. – 54
Рева Л. П. – 106
Резніченко Ю. М. – 112
Самійленко С. М. – 101
Самілик М. М. – 149
Синельников Б. В. – 144
Скорик К. Д. – 80
Смоленський В. Б. – 118
Сорокін А. І. – 91
Ткаченко С. В. – 118
Українець А. І. – 18, 54
Федів І. В. – 22
Філоненко В. М. – 125
Хитрий Я. С. – 129
Хоменко М. Д. – 71
Хомічак Л. М. – 112
Чаповська Р. – 49
Шейко Т. В. – 118
Шишков А. В. – 132, 137, 140
Шишков В. З. – 132, 137
Штангеев К. О. – 89
Шульга С. А. – 106
Щуцький І. – 38

Наукове видання

Матеріали

міжнародної науково-технічної конференції
"Перспективи розвитку цукрової промисловості України"

29–30 березня 2017 року

Відповідальна за випуск: *Акутіна Н.В.*

*Організатори конференції не завжди поділяють погляди авторів. За зміст доповідей і
достовірність інформації відповідальність несуть автори.*

Підп. до друку хх.хх.2017. Формат 64 × 80/16.
Друк цифровий.

Ум. друк. арк. хх. Наклад хх прим. Зам. № хххх

НУХТ. 01601 Київ 33, вул. Володимирська, 68

Свідоцтво про реєстрацію: серія ДК №1786 від 18.05.2004