

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"**



26 березня - 27 березня

Київ 2019 р

УДК 664.1
ББК 36.84 М34

М34 Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції цукровиків України “Перспективи розвитку цукрової промисловості України”. – К.: НУХТ, 2019. – 135 с.

26 березня по 27 березня 2019 року в Національному університеті харчових технологій (м. Київ) відбулася 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, власники агропромхолдингів, керівники цукрових компаній та заводів, представники науково-дослідних, учбових, проектних інститутів та понад 40 фірм та організацій, що працюють в 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, 2019

© Видавництво

© Підготовка і макетування

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
Василенко Сергій, д.т.н., проф.
Резниченко Юрій, к.т.н., доц
Штангеев Константин, к.т.н., доц
Хоменко Микола, 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

Середа, 27 березня 2019 року

Голови засідання Л.П. Рева, д.т.н., проф., С.М. Василенко, д.т.н., проф.

- | | |
|---|---|
| 10:00 Н.А. Гусятинська , д.т.н., проф.,
Т.М. Нечипор , аспірант,
НУХТ | Аналіз втрат цукрози від розкладання в процесі екстрагування та заходи дезінфекції при переробленні буряків різної технологічної якості |
| 10:15 Л.П. Рева , д.т.н., проф.,
В.Ю. Виговський , к.т.н., проф.,
НУХТ | Підвищення якості виходу цукру шляхом адсорбційного очищення сиропу в сучасній технологічній схемі |
| 10:30 В. Куянов, К. Скорик ,
ИПДО НУПТ
О. Коваленко, Н. Коваленко,
В. Арнаут ,
ООО «ВентаЛабФуд» | Поляриметрия в анализе сахара, современные методы и оборудование |
| 10:45 К.О. Штангесв ,
ІПДО НУХТ | Час перебування розчину у випарній установці |
| 11:00 М.Д. Хоменко , д.т.н.,
професор кафедри виробництва цукру та сахаридів, ІПДО НУХТ | Причини незадовільної роботи дифузійних апаратів |
| 11:15 В.З. Шишков , зав. кафедри охорони праці, к.т.н., доцент,
Я.В. Нирко , ст. викладач кафедри охорони праці, радник з охорони праці, пожежної безпеки та безпеки руху НАЦУ «Укрцукор»
А.В. Шишков , ст. викладач кафедри охорони праці, ІПДО НУХТ | Деякі питання безпечної експлуатації виробничих будівель і споруд |
| 11:30 В.З. Шишков , зав. кафедри охорони праці, к.т.н., доцент,
Я.В. Нирко , ст. викладач кафедри охорони праці, радник з охорони праці, пожежної безпеки та безпеки руху НАЦУ «Укрцукор»
А.В. Шишков , ст. викладач кафедри охорони праці, ІПДО НУХТ | Особливості підготовки персоналу цукрових заводів при забезпеченні охорони праці та промислової безпеки |

Голова засідання К.О. Штангеев, к.т.н., доцент

- | | | |
|--------------|--|--|
| 14:00 | В.Г. Мирончук , д.т.н., проф.,
зав. кафедри | Інтенсифікація політермічної кристалізації охолодженням утфелів останнього продукту |
| 14:15 | В.М. Філоненко , к.т.н., доцент | Вплив параметрів гострої та відпрацьованої пари турбоагрегатів на вибір їх типорозміру і формування експлуатаційних параметрів |
| 14:30 | С.М. Василенко,
К.О. Штангеев, В.М. Кухар | Технологічні показники ефективності цукрових заводів |
| 14:45 | В.П. Петренко , к.т.н. доцент,
М.О. Прядко , д.т.н. проф.,
О.М. Рябчук , к.т.н. доцент,
кафедра ТЕХТ НУХТ | Режими погіршеної тепловіддачі в плівкових випарних апаратах |
| 15:00 | Л.І. Чернявська,
Ю.О. Моканюк ,
Інститут продовольчих ресурсів
НААН України,
В.М. Кухар,
О.П. Чернявський ,
ТОВ «ТМА»
В.М. Мількевич , ІПДО НУХТ | Експрес-методи прогнозування технологічних показників цукрових буряків і продуктів їх переробки |
| 15:15 | В.М. Кухар, В.Д. Саповський,
В.М. Боровий, О.Є. Антоненко,
О.П. Чернявський ,
ТОВ «ТМА» | Розробка та впровадження нових видів обладнання для трактів подачі та мийних комплексів цукрових заводів |
| 15:30 | О.В. Грабовська , д.т.н., проф.,
НУХТ | Аналіз ринку крохмалю та крохмалепродуктів в Україні і його перспективи |
| 15:45 | І.Б. Петриченко , к.т.н., доц.,
Ю.М. Резніченко , к.т.н., доц.,
НУХТ
К.Д. Скорик , к.т.н., проф.,
ІПДО НУХТ
Л.М. Хомічак , д.т.н., проф.,
Інститут продовольчих ресурсів
НАНУ | Сучасна схема очищення дифузійного соку |

Голова засідання В.Г. Мирончук, д.т.н., проф.

- | | | |
|--------------|--|---|
| 10:00 | А.І. Українець
ректор НУХТ, д.т.н., професора | Відкриття конференції.
Вітальне слово |
| 10:15 | М. Сичевський,
директор ІПР НААН, академік | Наукове забезпечення розвитку
цукрової промисловості України в
умовах глобалізації економіки |
| 10:30 | Л.А. Галацан,
головний технолог НАЦУ
«Укрцукор» | Аналіз роботи галузі з переробки
цукрових буряків урожаю 2018 року |
| 10:45 | Ivan Terplický, Richard Zapletal,
sales managers, Česká Republika | Презентація фірми SOLLAU s.r.o. |
| 11:00 | А.Н. Савченко,
комерційний директор
ТОВ «Техноеталон» | Чешские расходомеры Flow38 как
лидеры учета жидкости на сахарных
заводах |
| 11:30 | О. Бондар,
project manager, Данія | Презентація фірми EnerDry |
| 11:45 | У. Мойш, інженер з
використання ферментів
В. Вільд, керівник напрямку,
Берлінський технічний
університет | Підвищення якості цукру за
рахунок ефективного використання
ферментів |
| 12:00 | Л.М. Семененко,
ТОВ «КОРРОКОУТ-УКРАЇНА» | Системи полімерних
антикорозійних покриттів та
технології захисту, ремонту і
відновлення обладнання |
| 12:15 | І.В. Федів,
технолог-консультант
О.В. Василенко,
керівник проектів,
Генеральне представництво
BWS Technologie GmbH в
країнах СНД | Обладнання Buskau Wolf для
цукрових заводів України |
| 12:30 | Ю.Ю. Моїсєєнко,
комерційний директор
ТОВ «МНС ГРУП» | Вимоги до цукрових заводів у сфері
безпечності харчових продуктів.
Оновлений стандарт ISO
22000:2018 |
| 12:45 | Д. Фещенко,
директор ТОВ «Дозуючі
технології» | Сучасне насосне та дозуюче
обладнання для технологічних
процесів у цукровій промисловості |

13:00—14:00 ПЕРЕРВА

-
- | | |
|---|---|
| 11:45 К.Є. Мухіна , ст. викладач кафедри охорони праці, к.т.н., ІПДО НУХТ | Деякі питання вторинного використання побічних продуктів цукрового виробництва |
| 12:00 В.З. Шишков , зав. кафедри охорони праці, к.т.н., доцент,
Я.В. Нирко , ст. викладач кафедри охорони праці, радник з охорони праці, пожежної безпеки та безпеки руху НАЦУ «Укрцукор»
А.В. Шишков , ст. викладач кафедри охорони праці, ІПДО НУХТ | Шляхи реалізації політики підприємства у зниженні ризиків для працівників |
| 12:15 К.Д. Скорик , к.т.н., проф. кафедра виробництва цукру та сахаридів, ІПДО НУХТ | Декстран і запобігання технологічним порушенням у виробництві цукру |
| 12:30 В.М. Мількевич , к.т.н., доцент кафедри виробництва цукру та сахаридів, ІПДО НУХТ | Забезпечення цукрозаводів якісною сировиною при збиранні та зберіганні цукрових буряків |
| 12:45 А. Сорокін , кафедра виробництва цукру та сахаридів, ІПДО НУХТ | Заходи щодо зниження витрат води на охолодження в бурякоцукровому виробництві |
| 13:00 Т.М. Погорілий , к.т.н., доцент, НУХТ | Моделювання процесу масової кристалізації сахарози |
| 13:15 Б.В. Сінєльніков , к.е.н.,
К.В. Сінєльнікова , студентка, Київський університет ім. Бориса Грінченка | Особливості лідерства буряко-цукрового кластеру в контексті тенденцій і закономірностей зміни клімату |
| 13:30 О.І. Сизоненко , ст.н.сп., к.т.н.,
І.О. Крапивницька , к.т.н.,
О.В.Кушнір , к.т.н.,
Є.О. Омельчук , НУХТ | Харчовий сироп підвищеної біологічної цінності із цукрових буряків |
| 13:45 Р. Кириленко , к.т.н., доцент,
В. Олішевський , к.т.н., доцент,
А. Українець , д.т.н., проф.,
Є. Бабко , к.т.н., доцент, НУХТ
К. Лопатько , д.т.н., проф., НУБіП України | Одержання високонцентрованого суслу в технології біоетанолу бурякоцукрового виробництва |

14:00 Підсумки роботи та закриття конференції

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

ВІТАЛЬНЕ СЛОВО ТА ВІДКРИТТЯ КОНФЕРЕНЦІЇ ЦУКРОВИКІВ УКРАЇНИ



Українець Анатолій Іванович - ректор НУХТ, д-р техн. наук., проф.

Шановні друзі!

Щиро вітаю всіх учасників Міжнародної науково-технічної конференції цукровиків України. Цей захід щороку збирає фахівців у галузі виробництва цукру України, міжнародних представників компаній-дистриб'юторів, 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 підви-

щення 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 найвищого IV рівня акредитації, що готує фахівців для цукрової галузі. На сьогодні все більшої актуальності набуває завдання підготовки висококваліфікованих фахівців та 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 і впровадження нових ресурсозберігаючих технологій та обладнання у виробництво.

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

ЗМІСТ

Наукове забезпечення розвитку цукрової промисловості України в умовах глобалізації економіки	16
Робота цукрових заводів України при переробці цукрових буряків урожаю 2018 року	18
Повышение качества сахара за счет эффективного использования ферментов	30
Обладнання ВискаuWolf для цукрових заводів України	34
Сучасне насосне та дозуюче обладнання для технологічних процесів в цукровій промисловості.....	36
Інтенсифікація політермічної кристалізації охолодженням утфелю останнього продукту	40
Формування типорозміру турбоагрегату для тец цукрового заводу	42
Технологічні фактори енергоефективності цукрового заводу	47
Режими погіршеної тепловіддачі в плівкових випарних апаратах	54
Експрес-методи прогнозування технологічних показників цукрових буряків і продуктів їх переробки	67
Розробка та впровадження нових видів обладнання для трактів подачі та мийних комплексів цукрових заводів	72
Аналіз ринку крохмалю та крохмалепродуктів в Україні та його перспективи.....	76
Сучасна схема очищення дифузійного соку	81
Втрати цукрози від розкладання в процесі екстрагування та заходи дезінфекції при перероблені буряків різної технологічної якості	85
Підвищення якості та виходу цукру шляхом адсорбційного очищення сиропу в сучасній технологічній схемі	89
Поляриметрия в анализе сахара, современные методы и оборудование.....	97
Час перебування розчину у випарній установці.....	98

Причини незадовільної роботи дифузійних апаратів	102
Деякі питання безпечної експлуатації виробничих будівель та споруд.....	106
Деякі питання вторинного використання побічних продуктів цукрового виробництва	110
Особливості підготовки персоналу цукрових заводів в області забезпечення охорони праці та промислової безпеки.	114
Шляхи реалізації політики підприємства у зниженні ризиків для працюючих.	118
Декстран та попередження технологічних порушень у виробництві цукру.....	122
Забезпечення цукрозаводів якісною сировиною при збиранні та зберіганні цукрових буряків	125
Заходи щодо зниження витрат води на охолодження в бурякоцукровому виробництві	127
Особливості лідерства буряко-цукрового кластера в контексті тенденцій і закономірностей зміни клімату	130
Харчовий сироп підвищеної біологічної цінності із цукрових буряків	133
Вплив нанорозмірного гідроксиду алюмінію на структурно-механічні властивості бурякової тканини	135
Практичні аспекти використання запірно-регулюючої арматури в цукровому виробництві	137
Модернізація екстракторів безперервної дії нахилоного типу	140
АЛФАВІТНИЙ ПОКАЗЧИК	142

Наукове забезпечення розвитку цукрової промисловості України в умовах глобалізації економіки

Сичевський Микола Петрович¹ – д-р. екон. наук, професор

На сьогоднішній день Інститут продовольчих ресурсів НААН України ефективно координує співпрацю науки та виробництва у цукробуряковій галузі. Свідченням цього є те, що в березні 2012 року на базі Інституту було створено Відділ технології цукру, цукровмісних продуктів та інгредієнтів, де працюють 11 наукових співробітників з яких 3 д-р техн. наук. та 5 канд. техн. наук. В 2013 році відділ забезпечено спеціалізованою лабораторією та проведено її атестацію, а в 2018 році відкрито лабораторію якості сировини. Фахівці відділу надають послуги по проведенню хіміко-технологічного контролю цукрового виробництва, надають консультації з оптимізації процесів отримання цукру з цукрових буряків, диверсифікації виробництва та розроблення нормативно-технічної документації.

ІПР є організацією, котра виконує функції секретаріату ТК 56 “Цукор і крохмалепатокові продукти”, який здійснює регулюючу роботу із забезпечення цукрової галузі національними стандартами та іншими нормативними документами.

ІПР НААН України бере активну участь у сфері наукового забезпечення цукробурякової галузі, а саме через співпрацю з провідними науковими установами НААН України (Інститутом біоенергетичних культур і цукрових буряків), вищими навчальними закладами (Національний університет харчових технологій, Національний університет біоресурсів і природокористування України), науковими установами МінАПК (Український науково-дослідний інститут цукрової промисловості).

В ІПР запроваджена підготовка фахівців вищого рівня в аспірантурі, а з 2017 р. функціонує Спеціалізована вчена рада по захисту докторських і кандидатських дисертацій (Д 26.058.04 “Технологія цукристих речовин та продуктів бродіння”), крім цього 2 співробітники ІПР є членами Спецради в НУХТ. Щорічно на базі ІПР проходять практику студенти НУХТ з технології та обладнання цукрового виробництва.

За останні роки співробітниками ІПР розроблені нові способи підвищення якості цукру і цукрових розчинів та сиропів, отримання нових цукровмісних продуктів, активно підтримується напрям диверсифікації цукробурякового виробництва.

¹ Директор Інституту продовольчих ресурсів НААН України, академік НААН України



Диверсифікація цукробурякового виробництва ґрунтується на тому, що на цукровому заводі можна отримувати не лише цукор, а й побічні продукти виробництва: жом, мелясу, дефека́т, лимонну кислоту, біоетанол, біогаз, хлібопекарські дріжджі, бетаїн, органічне добриво, вуглекислий газ тощо. На сьогоднішній день в ІПР розроблена принципова схема виробництва цукру, біопалива та бетаїну з буряків. Така диверсифікація цукробурякового виробництва дасть можливість:

- зменшити енергоспоживання на 72 тис. т ум. палива;
- збільшити валовий дохід на 2,9 млрд. грн.;
- підвищити конкурентоздатність цукру;
- виробити гнучкість процесу в залежності від попиту.

Інститутом підготовлено та передано галузі «Техніко-економічні розрахунки комплексної технології переробки цукрових буряків на цукор та біоетанол», котрі ґрунтуються на розробленому науковцями ІПР та запатентованому способі одночасного отримання високоякісного цукру та біоетанолу з цукрових буряків.

Ми усвідомлюємо, що розвиток власної науки у цукробуряковій галузі України сприятиме:

- держава – матиме можливість прогнозувати і передбачати зміни в екології країни, збільшення або зменшення родючості ґрунтів. Впливати на якісні параметри обладнання цукрових заводів, випускаючи продукцію на заводах, адаптувати вітчизняні нормативно-правові акти, які діють у галузі, до міжнародних, тим самим забезпечуючи доступ вітчизняних виробників на світові ринки;
- виробник – отримує гарантований захист свого бізнесу з боку наукової оцінки і її супроводу та вибору кращого, більш ефективного обладнання і технологій. Отримує необхідні супроводжуючі документи для реалізації свого продукту на внутрішній і зовнішні ринки;
- споживач – отримує гарантії споживання високоякісного продукту без шкоди для його здоров'я;
- власник – захист свого бізнесу від несанкціонованого імпорту, зрозумілість і прогнозованість підприємств галузі з технічної точки зору.

Як підсумок, на сьогоднішній день цукробурякова галузь потребує суттєвих реформ, направлених на диверсифікацію виробництва та створення технологій комплексного перероблення коренеплодів із отриманням більш широкого спектру харчових продуктів і біопалива, зокрема біоетанолу та біогазу.

Доцільно започаткувати розробку та затвердження державної програми диверсифікації цукробурякового виробництва як стратегічної галузі національної економіки України, в якій передбачи-





ти оптимізацію площі посівів цукрових буряків для забезпечення виробництва необхідної кількості цукру та біопалива. На державному рівні необхідно вирішити питання про наукове забезпечення роботи галузі та створення полігонів (виробничої бази) для апробації розроблених технологій і обладнання.

Робота цукрових заводів України при переробці цукрових буряків урожаю 2018 року

Галацан Л.А.¹ – головний технолог



За даними Держкомстату України посівна площа під цукровими буряками у 2018 році становила 279,1 тис. га. Площа до збирання склала 274,3 тис.га. Найбільші площі даною культурою посіяно в областях: Вінницькій – 55,3 тис. га, Тернопільській – 33,9 тис. га, Полтавській – 33,5 тис. га, Хмельницькій – 28,7 тис. га. та Київській – 23,1 тис. га.

Агрометеорологічні особливості вегетаційного періоду поточного року видалися сприятливими для росту цукрових буряків, характеризувалися контрастним температурним режимом та рівномірним розподілом опадів по областях.

Переробку цукрових буряків урожаю 2018 року офіційно здійснювали 40 цукрових заводів(які є членами Асоціації) у тому числі по областях:

Вінницька – 6, Волинська – 2, Житомирська – 2, Київська – 5, Кіровоградська – 2, Львівська – 1, Полтавська – 5, Сумська – 1, Тернопільська – 4, Харківська – 4, Хмельницька – 5, Черкаська – 2, Чернігівська – 1. Загальна виробнича потужність 40 працюючих цукрових заводів склала 159,4 тис. тон буряків на добу. ТДВ «Узинський цукровий комбінат» та ПП «Агро-Експрес-Сервіс» (Горохівський ц/з) також здійснювали переробку цукрових буряків урожаю 2018 року та виробляли цукор, але вони не є членами Асоціації і звітність по своїй роботі в Асоціацію не надавали.

Копання цукрових буряків розпочали у кінці серпня та на початку вересня цукрові заводи Вінницької, Полтавської, Київської, Житомирської, Тернопільської та Черкаської областей.

Першими виробництво цукру розпочали:

ТОВ «АК» Зелена долина» Томашпільський цукровий завод – 31.08.18р.,

ПП «Ланнівський цукровий завод» - 01.09.18р.,

¹ НАЦУ «Укрцукор»

19

Основні показники роботи при переробці
цукрових буряків урожаю 2018 року

Області	Заготівля буряків, т.т	Цукр.бур яків при прийм., %	Переробл. буряків т.т	Цук- рист. стру- жки %	Втра- ти сир.п ри збер. %	Вироб- ле-но цукру, т.т.
Вінницька	3290,4	16,49	3207,0	15,99	2,53	424,056
Волинська	527,7	18,06	521,7	17,72	1,13	80,253
Житомирська	534,7	16,73	517,0	16,35	3,30	71,404
Київська	1418,3	15,83	1375,8	15,28	2,99	177,286
Кіровоградська	353,6	15,35	345,4	15,01	2,32	41,507
Львівська	802,4	16,35	802,4	16,22		108,485
Полтавська	1540,9	17,14	1531,4	17,07	0,61	222,545
Сумська	68,4	17,66	67,3	17,60	1,50	10,288
Тернопільська	1644,4	16,79	1644,4	16,76		226,998
Харківська	573,3	16,86	569,4	16,47	0,67	77,120
Хмельницька	1454,5	16,22	1435,4	15,94	1,31	192,497
Черкаська	507,2	15,82	506,6	15,51	0,13	65,340
Чернігівська	197,7	16,26	190,8	15,81	3,5	25,145
Укрцукор	12913,366	16,53	12714,641	16,22	1,54	1722,92

Основні показники роботи бурякоцукрового комплексу за 2010 -2018р.р.

Показники	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Площа посіву, тис. га	492	544,4	466,4	270,4	333,0	236,0	292,4	315,7	279,1
Урож-ть буряків, т/га	27,83	36,3	40,7	39,7	47,2	43,7	47,5	46,5	49,8
Заготівля буряків, млн.т.	13,37	17,79	17,55	9,22	15,11	9,91	13,88	14,47	12,91
Цукрист. бур. при прийм.,%	15,30	16,63	16,11	16,26	17,05	17,63	17,65	17,23	16,53
Переробка буряків, млн.т.	13,03	17,36	17,17	9,06	14,81	9,72	13,66	14,32	12,71
Втрати бур. при зберіг., %	2,52	2,38	2,15	1,70	2,02	1,85	1,59	1,04	1,54
Цукристість стружки, %	14,73	16,16	15,65	15,96	16,64	17,26	17,28	16,91	16,22
Вироблено цукру, тис.т.	1546,17	2330,95	2226,38	1212,14	2081,01	1430,08	2007,91	2059,32	1722,92
Вихід цукру, %	11,86	13,46	12,95	13,35	14,04	14,68	14,67	14,36	13,54
Вміст цукру в мелясі, %	1,94	1,87	1,79	1,76	1,73	1,73	1,77	1,68	1,76

"Перспективи розвитку цукрової промисловості України"

Коеф.заводу, %	80,53	83,29	82,75	83,64	84,39	85,06	84,90	84,96	83,48
Коеф.вир-ва, %	75,55	78,98	78,69	80,71	80,71	81,72	81,83	82,50	80,64
Тривалість вир-ва, діб	63,7	75,14	80,68	64,80	84,90	71,8	89,4	83,52	76,38
Тривалість со-кодобув., діб	58,4	70,71	76,67	61,04	81,46	68,2	84,3	80,12	73,5
Вироблено цукру, т/га	3,12	4,52	5,0	4,5	6,4	6,37	6,97	6,62	6,64
Витрати бур. на 1 тону цукру, тн	8,42	7,45	7,72	7,48	7,26	6,80	6,80	6,96	7,38
Кіль-сть прац. зав.,шт.	73	77	63	38	48	36	42	44 + 2	40 + 2
Потужність. задіян. 3-д.т.т.	224,6	240,2	212,88	137,42	180,1	134,97	153,3	167,3	159,4



Товаровиробники цукрових буряків використовують в основному насіння іноземної селекції (98%), яке виведено без довготривалого зберігання, тому цукрові заводи витримують термін зберігання 2-3 доби.

Успіх роботи цукрового заводу залежить, в першу чергу, від кількості та якості цукрових буряків, що надходять на переробку.

Основний показник якості цукрових буряків – це вміст цукру.

Цукристість коренеплодів в цілому по галузі – 16,53%. Максимальне накопичення сахарози відмічено у коренеплодах, вирощених у Волинській (18,06%), Сумській (17,66%). Полтавській (17,14%), Харківській (16,86%) Тернопільській – 16,79%, Житомирській (16,73%), Вінницькій (16,49%), Львівській – (16,35%) та Чернігівській (16,26%) областях. Мінімальне накопичення сахарози відмічено у коренеплодах, вирощених у Київській (15,83%), Черкаській (15,82%) та Кіровоградській (15,35%) областях.

Цукристість прийнятих буряків у розрізі заводів:

вище 18% - 2 заводи

17-18% - 7 заводів

16-17% - 20 заводів

15-16% - 11 заводів

Цукрові буряки з цукристістю нижче 15% поступали на цукрові заводи лише в невеликих обсягах.

Погодні умови осені протягом вересня – грудня 2018 року були сприятливими для рівномірного копання та вивезення цукрових буряків з полів та забезпечення на заводі 3-5 добового запасу сировини. Цукрові заводи, які дотримувались цих вимог мали низькі втрати цукрових буряків і цукру при зберіганні та одержали позитивні результати, як по виходу цукру з буряків так і мають високий коефіцієнт вилучення цукру.



В цілому по Україні втрати цукросировини склали 1,54% до маси прийнятих цукрових буряків проти 1,04% минулого року. На збільшення втрат цукрових буряків урожаю 2018 року позначилась робота двох цукрових заводів протягом січня місяця 2019 року. При перевалочному способі збирання товаровиробники цукросировини забезпечували вивезення цукрових буряків в день збирання. Якщо це було не можливо, то організовували зберігання в польових кагатах, розміщених біля під'їзних шляхів на спеціально підготовлених площадках. Такий спосіб збирання та перевезення цукрових буряків з року в рік удосконалюється.

Середньодобова переробка цукрових буряків в середньому по галузі складала – 4324,8 тонни на 1 завод в минулому році 4062,8 тонн.

Цукрові заводи допустили простоїв – 27,14 завододіб, з яких:

- 7,87 завододіб - позацехові простої;
- 19,27 завододіб - цехові простої.

Тривалість виробництва в цілому по галузі в середньому на 1 завод складала 76,38 завододіб, в розрізі підприємств:

- до 45 діб - 6 заводів
- від 45 діб до 60 діб - 7 заводів
- від 60 діб до 90 діб - 13 заводів
- вище 90 діб - 14 заводів.

Тривалість сокодобування в середньому на 1 завод складала

73,5 завододіб, в розрізі підприємств:

- до 30 діб - 2 заводи
- від 30 до 45 діб - 5 заводів
- більше 45 діб - 33 заводи.

Різниця між тривалістю виробництва і тривалістю сокодобування в середньому на 1 завод складала 2,88 доби так як і в минулому році .

Динаміка зміни сумарної виробничої потужності працюючих цукрових заводів:

Рік	Задіяна потужність, тис. тонн
2010	224,6
2011	240,2
2012	212,9
2013	137,4
2014	180,1
2015	134,97
2016	153,30
2017	167,30
2018	159,4

Вихід цукру в цілому по Україні склав 13,54% (в 2017 – 14,36%), а в розрізі цукрових заводів становить:

"Перспективи розвитку цукрової промисловості України"

Вище 15%	- 3 заводи - ПАТ «Гнідавський ц/з» - 15,59%; - ТОВ Цукорагропром» філія Яреськівський ц/з - 15,36%
Вище 14%	- ТОВ «Суми-цукор» Миколаївка - 15,24% - 6 заводів ПП «Ланнівський ц/з» - 14,66%; ТОВ Цукорагропром» філія Глобинський ц/з - 14,62%; ПАТ «Первухінський ц/з» - 14,31%; ТОВ «Цукорагропром» філія Жданівський ц/з - 14,13%;
Вище 13%	ТОВ «Старокостянтинівський ц/з» - 14,10%; ТОВ «Новооржицький цукровий завод» - 14,06%; - 19 заводів ТОВ «Сігнет-центр» - 13,93%; ТОВ СГП «Білий колодязь» - 13,91%; ТзОВ «Радехівський цукор –Чортківське в-во» - 13,87%; ТОВ «Наркевицький цукровий завод» - 13,85%; ТзОВ «Радехівський цукор –Збаражське в-во» - 13,84%; ТзОВ «Радехівський цукор –Хоростківське в-во - 13,80%; ТзОВ «Радехівський цукор –Козівське в-во» - 13,78%; ПАТ «Червонський цукровик» - 13,71%; ПрАТ «ПК «Поділля» (Крижопіль) - 13,67 %; ТзОВ «Радехівський цукор –Радехівське в-во» - 13,51%; ТДВ «Новоіванівський ц/з» - 13,50% та інші
12-13 %	- 11 заводів
11-12 %	- 1 завод



20 цукрових заводів із 40 заводів, які надали звіти, виробили найбільшу кількість цукру, яка склала 75,67% від загальної кількості по Україні(**Додаток 1**).

Інтегровані компанії, які за останні роки сформувалися у бурякоцукровій галузі, у сезоні переробки цукрових буряків урожаю 2018 році виробили 73,71 % цукру до загального виробництва:

№ № п/п	Найменування підприємства, компанії	Вироблено цукру, тис.т.	Доля до заг. в-ва %
Всього по Україні		1722,924	100
1	ТОВ «Фірма «Астарта-Київ»	351,979	20,43
2	ТзОВ «Радехівський цукор»	335,482	19,47
3	ТОВ «Укрпромінвест Агро»	291,771	16,93
4	ПСП Агрофірма «Світанок»	110,501	6,41
	ТОВ «ПАНДА»	65,340	3,79
5	ТОВ «АСПІК ГРУП»	59,909	3,48
7	ТОВ «Галс-ЛТД»	55,058	3,20
Всього:		1270,041	73,71
Всі інші цукрові заводи		452,883	26,29

Різниця між цукристістю буряків по прийманні і стружки склала 0,31 % в минулого року – 0,32%.

Вміст цукру в мелясі становить 1,76 % - в минулому році 1,68%.

Різниця між цукристістю буряків по прийманні і виходом цукру склала 2,99 % проти 2,87% минулого року.

Коефіцієнт заводу склав 83,48% проти 84,96% минулого року. Коефіцієнт заводу в розрізі областей (Додаток 2).

Ступінь вилучення цукру (коефіцієнт виробництва) з буряків по Україні склав 80,64 % проти 82,50% минулого року, в розрізі областей (Додаток 3).

Найвищий ступінь вилучення цукру мають такі цукрові заводи:

ТОВ «Цукорагропром» філія Глобинський ц/з	85,63
ТОВ «Суми-цукор»	84,96
ТОВ «Цукорагропром» філія Яреськівський ц/з	84,94
ТОВ "Цукорагропром" філія Жданівський ц/з	84,84
ПАТ «Гнідавський ц/з»	84,22
ПП «Ланнівський ц/з»	83,90
ТОВ «Наркевицький ц/з»	83,63
ТОВ «Староконстантинівцукор»	83,45
ТзОВ Радехівський цукор Чортківське в-во	83,45
ТОВ «Новооржицький ц/з»	83,33

Якість виробленого цукру білого кристалічного

З цукрових буряків урожаю 2018 року вироблено 1722,924 тис. тонн цукру білого. Цукор виробляється згідно вимог ДСТУ 4623:2006/ГОСТ 31361-2008 "Цукор білий. Технічні умови", а також сучасних додаткових вимог замовника, а саме: каламутність цукрових розчинів для виробництва безалкогольних та слабоалкогольних напоїв, вміст сірчистого ангідриду та золи, рН розчинів цукру, коефіцієнт однорідності кристалів тощо.

"Перспективи розвитку цукрової промисловості України"

За останні роки цукрові заводи України, враховуючи виробництво цукру 2018 року та порівнюючи з 2015 роком, значно збільшили виробництво цукру I та II категорії, а саме:

Показник	2015		2016 рік		2017 рік		2018 рік	
	тис. тонн	% до заг. в-ва	тис. тонн	% до заг. в-ва	тис. тонн	% до заг. в-ва	тис. тонн	% до заг. в-ва
В-во цукру I кат.	336,030	23,5	614,493	30,6	962,134	46,72	847,552	49,2
В-во цукру II кат.	129,601	9,1	412,977	20,6	359,279	17,45	307,0	17,8
В-во цукру III кат.	962,324	67,3	976,873	48,6	730,172	35,46	558,806	32,4
В-во цукру IV кат.	2,131	0,1	3,563	0,2	7,731	0,37	9,566	0,6
Всього:	1430,086	100	2007,907	100	2059,317	100	1722,924	100
Крім того неконд. цукру	1,024		1,612		1,913		2257,25	



75,67% загальної кількості цукру виробили 20 цукрових заводів

№ п/п	Назва цукрового заводу	Трива- ва- лість вир-ва	Перероб- лено цукр. буряків, тис. тонн	Виробле- но цукру тис. тонн
1	ПрАТ «ПК Поділля» (Крижопільський ц/з)	156,79	1248,729	170,969
2	ТОВ «ПК «Зоря Поділля» (Гайсин)	144,7	940,743	120,802
3	ТзОВ «Радехівський цукор» Радехівсь- ке виробництво	102,54	802,387	108,485
4	ТзОВ «Радехівський цукор» Чортківсь- ке виробництво	97,0	636,385	88,355
5	ТзОВ «Радехівський цукор» Хоростківське в-во	92,3	571,557	78,965
6	ТОВ «Цукрагропром» філія Яреськівський ц/з	114,6	500,961	77,116
7	ПАТ «Гнідавський ц/з»	95,8	457,664	71,725
8	ТОВ «Наркевицький ц/з»	89,9	505,741	70,124
9	ПАТ «Саливонківський ц/з»	81,0	521,487	67,752
10	ТОВ «Цукрагропром» філія Жданівський ц/з	105,2	411,613	58,167
11	ПАТ «Теофіпольський ц/з»	68,75	419,900	52,870
12	ТОВ «Новооржицький ц/з»	40,13	305,592	43,029
13	ПАТ «Червонський цукровик»	90,04	311,000	42,749
14	ТОВ «Цукрагропром» філія «Глобинський ц/з»	46,51	279,680	40,962
15	ТОВ «Цукрагропром» філія Кобеляцький ц/з	40,12	288,230	38,360
16	ТОВ «Шамраївський цукор»	98,54	307,100	36,864
17	ТОВ «Староконстантинівцукор»	66,42	251,700	35,406
18	ТОВ АК «Зелена Долина»	114,13	275,418	35,162
19	ТОВ «Панда» Селищанський ц/з	103,94	265,547	33,969
20	ТОВ «Панда» Тальнівський ц/з	91,12	241,022	31,371
	Всього:		9542,456	1303,202

Додаток 2

Коефіцієнт заводу в розрізі областей

Області	2018 рік	2017 рік
Вінницька	82,59	86,17
Волинська	86,37	81,91
Житомирська	84,38	86,06
Київська	84,20	86,11
Кіровоградська	80,45	82,16
Львівська	83,27	85,58
Миколаївська	-	80,74
Полтавська	84,96	86,34
Сумська	86,59	83,52
Тернопільська	82,53	83,54
Харківська	82,16	87,53
Хмельницька	84,07	85,23
Черкаська	83,09	82,58
Чернігівська	83,25	85,78
Україна	83,48	84,96



Додаток 3

Ступінь вилучення цукру (коефіцієнт виробництва) з буряків

Області	2018 рік	2017 рік
Вінницька	78,06	82,31
Волинська	83,76	78,53
Житомирська	79,75	83,94
Київська	78,83	81,49
Кіровоградська	76,83	79,03
Львівська	82,61	85,58
Миколаївська	-	79,10
Полтавська	84,10	85,02
Сумська	84,96	80,32
Тернопільська	82,36	83,33
Харківська	79,75	82,33
Хмельницька	81,55	82,59
Черкаська	81,35	78,81
Чернігівська	78,07	80,98
Україна	80,64	82,50



РЕЙТИНГ ЦУКРОВИХ ЗАВОДІВ УКРАЇНИ - 2018р.

Назва цукрового заводу	Сума балів	Місце
ТОВ «Цукорагропром» філія Яреськівський цукровий з-д	11,125	1
ТОВ «Продовольча компанія» Поділля» (Крижопіль)	11,101	2
ТОВ «Цукорагропром» філія Жданівський цукровий з-д	10,933	3
ПАТ «Гнідавський цукровий завод»	10,650	4
ТзОВ «Радехівський цукор – Радехівське виробництво»	10,386	5
ПАТ «Червонський цукровик»	10,342	6
ТзОВ «Радехівський цукор – Чортківське виробництво»	10,294	7
ТОВ «Наркевицький цукровий завод»	10,258	8
ТОВ «Продовольча компанія «Зоря Поділля» (Гайсин)	10,252	9
ТОВ «Цукорагропром» філія Глобинський цукровий з-д	10,131	10
ПАТ «Гор-Пустоварівський цукровий завод»	10,019	11
ТОВ «Призма-14» Кашперівський ц/з	10,018	12
ПАТ «Саливонківський цукровий завод»	9,957	13
ТОВ «АК» Зелена Долина» Томашпіль	9,914	14
ТзОВ «Радехівський цукор – Хоростківське виробництво»	9,801	15
ТОВ «Сігнет Центр»	9,723	16
ПрАТ «Шепетівський цукровий комбінат»	9,687	17
ПП «Ланнівський цукровий завод»	9,634	18
ТОВ «Старокостянтинівцукор»	9,532	19
ТОВ «ПАНДА» (Селищанський ц/з)	9,405	20
ТзОВ «Радехівський цукор – Збаразьке виробництво»	9,395	21
ПАТ «Теофіпольський цукровий завод»	9,323	22
ТОВ «Новооржицький цукровий завод»	9,303	23
ТОВ «Шамраївський цукор»	9,274	24
ТОВ «ПАНДА» (Тальнівський ц/з)	9,147	25
ТзОВ «Радехівський цукор – Козівське виробництво»	9,045	26
ТОВ «Цукорагропром» філія Кобеляцький ц/з	8,730	27
ПАТ «Линовицький цукрокомбінат «Красний»	8,718	28
ТДВ «Новоіванівський цукровий завод»	8,651	29
ТОВ СП «Білий колодязь»	8,577	30
ТОВ «Іллінецький цукровий завод»	8,441	31
ТзОВ «Юзефо-Миколаївська АПК»	8,363	32
ТОВ «Новомиргородський цукор»	8,278	33
ТОВ «Краєвид» (Згурівський ц/з)	8,156	34
ПАТ «Первухінський цукровий завод»	8,155	35
ТОВ «Суми-цукор» (Жовтневий ц/з)	8,059	36
ПАТ «Красилівський цукровий завод»	7,612	37
ТОВ «Олександрійський цукровий завод»	7,590	38
ПП «Цукровик-Агро» (Пархомівка)	7,538	39
ПП «Європацукор» (Іваничівський ц/з)	7,462	40



На виконання рішення Ради Національної асоціації цукровиків України (протокол №4 (86) від 22 листопада 2013 року) було підготовлено узагальнену інформацію про підсумки роботи цукрових заводів у виробничий сезон виробництва цукру із цукрових буряків урожаю 2018 року.

Підведення підсумків роботи цукрових заводів здійснювалося шляхом порівняння основних показників, що характеризують їх роботу. До цих показників належать наступні:

- * Різниця між дигестією буряків при прийманні і виходом цукру;
- * Виробництво цукру з 1 га посівних площ;
- * Вихід цукру;
- * Кількість виробленого цукру в т.ч. цукор I та II категорії в процентному співвідношенні ;
- * Втрати цукру у виробництві;
- * Вміст цукру в мелясі;
- * Коефіцієнт вилучення цукру з буряків;
- * Тривалість виробництва;
- * Питомі витрати умовного палива;
- * Витрати вапнякового каміння;
- * Впровадження систем HACCP та ISO;

По величині кожного вищезазначеного показника визначався індивідуальний бал, як відношення величини показника до середнього по Україні. При цьому найкращому показнику відповідає найвищий бал. Загальна сума балів за всіма показниками визначається для кожного заводу і порівнюється між ними.

За загальною сумою набраних балів визначені перші 10 цукрових заводів:

Назва цукрового заводу	Сума балів	Місце
ТОВ «Цукорагропром» філія Яреськівський цукровий з-д	11,125	1
ТОВ «Продовольча компанія» Поділля» (Крижопіль)	11,101	2
ТОВ «Цукорагропром» філія Жданівський цукровий з-д	10,933	3
ПАТ «Гнідавський цукровий завод»	10,650	4
ТзОВ «Радехівський цукор – Радехівське виробництво»	10,386	5
ПАТ «Червонський цукровик»	10,342	6
ТзОВ «Радехівський цукор – Чортківське виробництво»	10,294	7
ТОВ « Наркевицький цукровий завод»	10,258	8
ТОВ «Продовольча компанія «Зоря Поділля» (Гайсин)	10,252	9
ТОВ «Цукорагропром» філія Глобинський цукровий з-д	10,131	10



Повышение качества сахара за счет эффективного использования ферментов

Мойш Ульяна¹ - инженер

Данное исследование посвящено распаду полисахаридов типа декстрана посредством воздействия ферментов (линейка Sugazym). Ключ к этой работе – детальный анализ декстрана и потенциальных продуктов распада. Известно, что полисахарид декстран, как правило, доставляет проблемы при технологическом процессе. Однако до сих пор не составлено полной картины того, какие продукты образуются при распаде и какое влияние они оказывают на процесс производства. Далее, данное исследование затрагивает ферментативный распад декстрана под действием декстраназы Sugazym. Упомянутые выше методы использовались для определения остаточных уровней декстрана после ферментативной обработки и сопоставлялись с методом Хейза (Alcohol Haze Method - ICUMSA Method GS 1/2/9-15 (2015)) .

Декстран – нежелательный полисахарид, производимый контаминирующими микроорганизмами во время переработки свеклы. Это явление можно наблюдать у сахарной свеклы и сахарного тростника, между тем климатические условия в регионах культивации сахарного тростника способствуют росту мезофильных бактерий. Кроме того, замораживание корнеплодов и последующее за ней размораживание их тоже приводят к увеличению содержания декстрана в сахарной свекле. Наличие декстрана в соках и сиропах вызывает ряд отрицательных последствий при переработке свеклы, а также отрицательно сказывается на качестве готового продукта. В зависимости от молекулярного веса и концентрации, декстран приводит к повышению вязкости сахаросодержащих растворов, что отрицательно сказывается на его фильтруемости, осадкообразовании и испарении, а также на скорости кристаллизации. Далее, декстран, как предполагается, вызывает изменения в морфологии кристаллов, что обычно описывается как растягивание по оси с.

Гидролиз декстрана посредством ферментов является многообещающим и часто используемым методом для минимизации упомянутых выше технологических проблем. Расщепляющие декстран ферменты продуцируются различными микроорганизмами. Гидролиз декстрана приводит к постепенному уменьшению среднего молекулярного веса. Итак, первоначально тяжелый по молекулярному весу декстран мало-помалу гидролизуется на более легкие по

¹ SternEnzym GmbH & Co. KG

молекулярному весу фрагменти, которые, в свою очередь, гидролизуются на олигосахариды, изомальтотриозу и изомальтозу. В литературе обычно приводится такое критическое значение, как 500 мг декстрана на кг сахарозы. Кроме того, тяжелый декстран считается основным фактором повышения вязкости, в то время как декстран с низким молекулярным весом, как предполагается, служит основным драйвером модификации кристаллов. Относительно низкий уровень содержания и широкий диапазон молекулярных весов осложняют задачу точного определения фракций декстрана, содержащихся в соке.



Эталонный кристалл:

(A) округлость = 0,735 и соотношение сторон = 1,564

Чуть продолговатые кристаллы:

(B) округлость = 0,801 и соотношение сторон = 1,018

Кристаллы четко выраженной продолговатой формы:

(C) округлость = 0,632 и соотношение сторон = 1,865

(D) округлость = 0,541 и соотношение сторон = 3,170

Агломераты:

(E) округлость = 0,478 и соотношение сторон = 1,591

(F) округлость = 0,604 и соотношение сторон = 1,179

Рис. 1: Выборка для примера изображений кристаллизованных образцов, полученных путем светолучевой микроскопии;

(A) Эталонный кристалл; (B) Сближение оси с с осью b; (C) и (D) Кристаллы образцов T2000 и T40 ярко выраженной продолговатой формы; (E) и (F) Агломераты образцов T2000 и T40

Основные результаты работы связаны с выполнением экспериментов по кристаллизации, которые показали, что присутствие декстрана оказывает значительное влияние на кристаллизацию, гранулометрический состав и морфологию кристаллов. Было обнаружено, что декстран приводит к обогащению гранулометрического состава. Изображения, полученные методом светолучевой микроскопии, наглядно иллюстрируют морфологические изменения, вызванные присутствием декстрана (кристаллы ярко выраженной удлинённой, слегка удлинённой формы и агломерированные кристаллы). Точное во-



действие различных фракций декстрана на кристаллизацию еще не описано в полной мере и, несомненно, должно стать предметом дальнейших исследований. Тем не менее, уже можно зафиксировать отрицательное воздействие на кристаллизацию и на характеристики кристаллов, в то время как ферментативная обработка уменьшает или, скорее, устраняет эти отрицательные эффекты, если ферменты добавлены в правильной дозировке и соблюдены правильные сроки их воздействия на продукт.

Для изучения гранулометрического состава был использован ситовой анализ. Коэффициент вариации показан на Рис. 2 (А). Очевидно, что присутствие декстрана оказало значительное влияние на распределение кристаллов по размеру. Декстраны как с высоким, так и с низким молекулярным весом вызывают увеличение коэффициента вариации и снижение средней категории. Это означает более богатый гранулометрический состав, включающий в себя выработку кристаллов малого размера. Расчет процентного содержания частиц, остающихся на каждом из сит, подтверждает это предположение (Рис. 2 (В)).

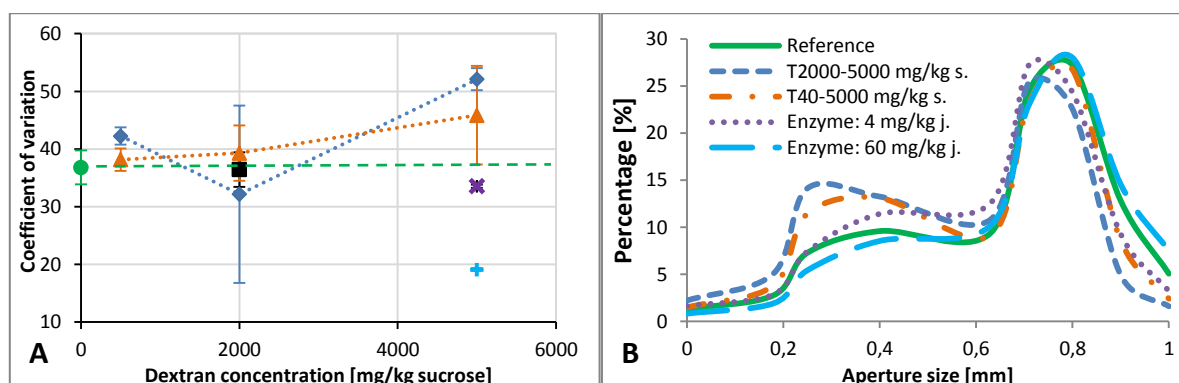


Рис. 2: Коэффициент вариации гранулометрического состава методом ситового анализа;

- Эталон ; □-T40; □-T500; □-T2000; ×-4 мг/кг сока; +- 60 мг фермента / кг сока

Присутствие большего количества более мелких кристаллов может объясняться функцией декстрана как затравки для кристаллов. Снижение энергии межфазного взаимодействия и, следовательно, снижение критического радиуса из-за наличия чужеродных частиц приводит к повышению скорости зародышеобразования. Поэтому, вполне вероятно, что декстран оказывает влияние на энергию межфазного взаимодействия. Наиболее сильный эффект был обнаружен у декстрана высокого молекулярного веса.

Все использованные декстраны происходят от бактерий *L. mesenteroides*, имеющих сходное распределение гликозидных связей. Здесь, размер молекулы - это единственный фактор, который может способствовать увеличению вероятности адсорбции на по-

верхности кристалла. Влияние ферментативной обработки на гранулометрический состав показано на Рис. 2. Концентрация фермента 4 мг/кг сока приводит к улучшению коэффициента вариации, приближающегося к эталону, и демонстрирует сближение кривых гранулометрического состава. Дальнейшее увеличение концентрации фермента приводит к заметному улучшению коэффициента вариации, который даже может стать лучше, чем эталон, и к улучшению кривой гранулометрического состава.

В этом исследовании был выполнен анализ ферментативного распада декстрана методом определения и описания остаточного декстрана и потенциальных продуктов распада. В зависимости от содержания фермента, обнаруживались продукты распада в диапазоне 40 килодальтон в трисахариды и молекулы еще меньшего размера. Присутствие декстрана как высокого, так и низкого молекулярного веса оказывает влияние и на морфологию, и на гранулометрический состав кристаллов. Однако для более изчерпывающего представления о влиянии декстрана на кристаллизацию необходимо проведение дальнейших исследований. Тем не менее, было обнаружено отрицательное воздействие на кристаллизацию и на характеристики кристаллов, которое может быть смягчено или даже ликвидировано посредством ферментативной обработки. Данное исследование рассматривает воздействие декстрана на процесс кристаллизации и формирования кристаллов. Другие аспекты, такие как изменение вязкости, скорость фильтрации и время испарения, в будущем будут более подробно проанализированы и экспериментально исследованы. Чтобы изобразить реалистичные эффекты, была создана лабораторная система всего сахарного процесса, от очистки сока до кристаллизации.



Обладнання BUCKAUWOLF для цукрових заводів України

Федів Ігор Володимирович¹ – технолог-консультант

Василенко Олександр Володимирович¹ – керівник проєктів

Компанія «Magdeburger-Dampfschiffahrts-Compagnie», яка пізніше змінила свою назву на Maschinenfabrik BUCKAU AG, була заснована в 1838 році. У 1928 виникає компанія BUCKAU-R. WOLF AG, через об'єднання компаній Maschinenfabrik BUCKAU, R. WOLF і Maschinenfabrik GREVENBROICH. У 1972 році Krupp купує компанію BUCKAU-R. WOLF AG, яка пізніше об'єднується з компанією Suprator F. J. Zucker GmbH, Neuss, придбаною в 1979 році. У 1998 році лінійки обладнання BUCKAU-WOLF Sugar Technology і Suprator Mixing Technology були об'єднані в BWSTechnologie GmbH у вигляді приватної компанії з виробництвом і офісом у місті Гревенбройх.

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

Центрифуги періодичної дії від BUCKAUWOLF мають характерну, більш тонку конструкцію барабану. Завдяки цьому центрифуги мають дуже високий фактор розділення до 1.500 (для декстрози) і 1.250 (для цукру). Ефективність розділення при цьому є максимальною, а пробілювання досягає 98 %. Залишкова вологість білого цукру становить 0,5 %. Оптимізоване керування робить можливим скорочення часу циклу й разом із цим досягнення високої продуктивності для першокласної якості продукту й процесу.

Центрифуги періодичної дії від BUCKAUWOLF мають дуже низьке споживання електроенергії - менше 1 кВт·г/цикл при виробництві білого цукру завдяки спеціальній конструкції і особливій концепції приводу.

Центрифуги безперервної дії BUCKAUWOLF C 2500, C 3000 завдяки своїм конструктивним особливостям і вдалому компонованню, мають багато переваг при переробці утфелю 2-го продукту, утфелю 3-го продукту та афінації цукру останньої кристалізації. Серія C забезпечує максимальну продуктивність, мінімальне енергоспоживання, простоту в експлуатації й низькі експлуатаційні витрати завдяки:

¹ Генеральне представництво BWSTechnologie GmbH в країнах СНД



- Корпусу з низкою конструктивною висотою для забезпечення ергономічності;

- Міцній, низько вібраційній конструкції підшипникового вузла;
- Підшипникам великого розміру з посиленням валом барабана
- Змащенню підшипників за допомогою масляного туману
- Застосуванню 'двоступінчастих' фільтруючих сит
- Прискорювальному конусу з можливістю інтегрованої подачі пари
- Простому керуванню завдяки використанню панелі керування на мові оператора й графічній візуалізації

У порівнянні із традиційною конструкцією трубчатих камер нагріву, стільникові камери BückauWolf мають приблизно на 25 % більшу поверхню нагріву при однаковому розмірі камери.

Поверхня нашарувань на верхній частині камери скорочується приблизно на 75 %.



Стільникові камери нагріву мають наступні переваги:

- Оптимальна конструкція камери забезпечує однорідний ріст кристалів і поліпшені показники КВ (коефіцієнта варіації) утфелю
- Втрати при відхиленнях, «мертві» зони й локальне перегрівання зведені до мінімуму

- Найкращі умови обтікання забезпечують однорідне варіння, що дозволяє витратити менше енергії роботи мішалки

- Економія енергії при пропарюванні апарату
- Збільшення продуктивності за допомогою зменшення часу варки при незмінному потенціалі пару або економія енергії за рахунок зниження потенціалу пару при незмінному часу варки; надлишкова енергія, що виникає при цьому, може бути використана, наприклад, для вироблення електроенергії.



- Поставка готових для монтажу стільникових сегментів BückauWolf

- Підвищення продуктивності наявного обладнання за допомогою збільшення поверхні нагріву до 25%



Сучасне насосне та дозуюче обладнання для технологічних процесів в цукровій промисловості.

Фещенко Діана¹ - директор
Мельник Олександра¹



ТОВ «Дозуючі технології» є офіційним дистриб'ютором двох італійських компаній - Seko S.p.A, та M Pumps Industry d.o.o..

ТОВ «Дозуючі технології» пропонує:

- розробку систем дозування та перекачування рідин згідно технічного завдання замовника;
- консультації у процесі монтажу та пуско-налагоджувальних робіт;
- проведення гарантійного та післягарантійного ремонту обладнання;
- постачання нестандартного обладнання (підвищеної вологості, вибухозахист, блоки автоматизації);
- наявність на складі основного насосного обладнання та комплектуючих до нього;

А також:

- надає гарантії на нове обладнання та обладнання, що ремонтувалося.

Ми співпрацюємо з різними галузями виробництва та сферами діяльності: харчова промисловість, комунальне господарство, хімічна промисловість, машинобудування. Для цукрової промисловості нам є що запропонувати. Наші дозуючі насоси гарно себе зарекомендували на цукрових заводах. Італійська якість забезпечує безперебійну роботу протягом всього напруженого робочого сезону.

Використання насосів-дозаторів на підприємствах цукрової галузі має економічну доцільність та наступні особливі переваги:

- введення в технологічний процес точно заданого об'єму речовини дозволяє контролювати та покращувати якість кінцевого продукту;
- при використанні насосів-дозаторів на SIP мийках унеможливується надлишкова витрата мийчих засобів, що є економічно вигідно;
- автоматизація процесу дозування зменшує можливість впливу людського фактору у технологічному процесі
- насоси прості за конструкцією, регламентні роботи проводяться у стислі строки власними силами обслуговуючого персоналу.

¹ Товариство з обмеженою відповідальністю «Дозуючі технології»



Наше підприємство має гарну практику в підготовці насосного обладнання для безаварійної роботи заводу. Надаємо всю необхідну документацію з проведення сервісного обслуговування та ремонту: дефектні акти, акти виконаних робіт, гарантійні талони.

Зазвичай, для дозування дезінфектантів на цукрових заводах використовують мембранні соленоїдні насоси-дозатори. Їх переваги перед конкурентами:

- головка насоса виготовлена з PVDF (полівінілденфторид) матеріал, що є сумісним майже з усіма хімічними речовинами;
- використання керамічних кульок в клапанах забезпечує надійність перекачування, та хімічну сумісність усієї проточної частини;
- довговічна мембрана, що має 5 років гарантійного терміну використання, виготовлена з PTFE-тефлон (політетрафторетилен);
- стабілізоване живлення 100÷240 В, знижено споживання електроенергії, так як електроенергія витрачається лише для намагнічування соленоїду;
- інтуїтивно зрозуміле та легке програмування.

Принцип роботи такого дозуючого насоса (позиція 1 у таблиці 1) полягає у наступному: на шток, що приводиться у дію під впливом постійного електромагнітного поля соленоїда, кріпиться тефлонова мембрана. При русі штока вперед (під дією електромагнітного поля) виникає тиск на насосну частину (головку насоса), при цьому відбувається викид рідини через випускний клапан. Після закінчення впливу електромагнітного поля, шток повертається у вихідне положення за допомогою пружної пластини, при цьому відбувається всмоктування рідини через впускний клапан.

Якщо у виробничому процесі виникає необхідність дозування продуктивністю понад 110 л/год, пропонуємо електромеханічні насоси-дозатори (позиція 2 у таблиці 1). Принцип роботи їх полягає у наступному: електродвигун обертає кривошипний механізм у редукторі, що трансформує обертовий рух двигуна у зворотно-поступовий рух мембрани насоса. Ефект перекачування рідини досягається за рахунок руху мембрани. Коли він здійснює зворотній рух, у гідравлічній частині створюється розрідження, за рахунок чого відбувається всмоктування через зворотній впускний клапан. При поступовому русі, рідина стискається та виходить через зворотній випускний клапан.

Пневматичні насоси (позиція 3 у таблиці 1) можуть перекачувати рідини, з якими не справляються відцентрові насоси (в'язкі, агресивні, з твердими частинками). Насос приводиться в дію не електродвигуном, а стисненням повітрям від компресора. Стисле повітря, проникаючи в одну з мембран, змушує її стискуватися і проштовхує рідину в отвір виходу. В цей час інша мембрана, яка знаходиться навпроти, створює вакуум, всмоктуючи рідину.



Перистальтика (позиція 4 у таблиці 1) – це послідовність автоматичних стискань, що проходять по довжині шланга або трубки. Механічна стимуляція перистальтики здійснюється стисканням шланга ролерами, після чого шланг розпрямляється і в ньому утворюється розрідження, що призводить до всмоктування реагенту. Рідина буде послідовно рухатися за ролерами доти, поки не відбудеться наступне стискання. Після чого, для попередження зворотного ходу рідини, другий ролер почне стискання, що призведе до викиду рідини з насоса та одночасного забору наступної порції реагенту. Поки насос працює, ролери, що розташовані на спеціальному роторі, створюють вакуум для всмоктування реагенту та тиск на виході.

Табл. 1

1 Соленоїдні насоси-дозатори (невелика продуктивність, економічність, універсальність, можливість автоматизації процесу)		2 Електромеханічні насоси-дозатори (широкий діапазон продуктивності, простота експлуатації, можливість роботи в режимі 24/7)	
• Продуктивність 0,4 – 110 л/год, тиск до 20 бар. • Матеріал PVDF, PTFE, EPDM, FPM и кераміка.		• Продуктивність до 1200 л/год, тиск до 20 бар. • Матеріал SS 316L, PVC, PP и PVDF.	
3 Пневматичні насоси-дозатори (перекачування в'язких та абразивних хім середовищ, вибухозахист)		4 Перистальтичні насоси-дозатори (перекачування в'язких речовин зі збереженням структури середовища, використання декількох насосів з єдиним блоком управління)	
• Продуктивність 8 – 1050 л/хв, тиск до 8 бар. • Матеріал PP, VDF SS 316.		• Продуктивність 1 – 25 л/год, тиск до 4 бар.	

Для перекачування кислот, лугів, сольових розчинів ми пропонуємо відцентрові горизонтальні насоси з магнітною муфтою (по-



зиція 1 у таблиці 2), для рідин з газовою складовою – вихрові насоси (позиція 3 у таблиці 2), для в'язких рідин, сиропів, харчових продуктів, електролітів, ПАР пропонуємо об'ємні шибєрні насоси (позиція 4 у таблиці 2) від M Pumps Industry.

Використання насосів з магнітною муфтою для перекачування агресивних рідин (кислот, лугів) або сиропів та харчових продуктів дозволяє підвищити ефективність виробництва в цілому:

- відсутність пар тертя унеможливає виток рідини та вихід із ладу насоса через зношення торцевих ущільнень;
- висока енергоефективність обладнання дозволяє зменшити витрати на енергоносії;
- безпека персоналу у випадку перекачування кислот/лугів забезпечується герметичністю камери.



1 Відцентрові горизонтальні насоси CM MAG-P на магнітній муфті		2 Відцентрові вертикальні напівзанурювані насоси CV MAG-P на магнітній муфті	
- Витрата до 35 м3/год. - Тиск до 2 бар.		- Витрата до 500 м3/год. - Тиск до 12 бар. - Довжина частини, що занурена до 7 м.	
3 Вихрові насоси T MAGP на магнітній муфті		4 Об'ємні шибєрні VP MAG-P, шестерні MНV MAG-M насоси на магнітній муфті	
- Витрата до 13 м3/год. - Тиск до 5 бар.		- Витрата до 3 м3/год. - Тиск до 5 бар.	



Табл.2

Контактна інформація:

Адреса- ТОВ "ДОЗУЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ", Україна, Рівненська обл., с. Колоденка, вул. Сагайдачного, 7, 35036



doznasos.com.ua

www.mag-pumps.com.ua

Тел: +38 067 338 58 77,
+38 050 682 62 47

Інтенсифікація політермічної кристалізації охолодженням утфелю останнього продукту

Мирончук Валерій Григорович¹ – д-р техн. наук, проф., зав. кафедри

Політермічна кристалізація сахарози – заключний етап знецукрення міжкристалевого розчину охолодженням цукрового утфелю останнього ступеня кристалізації від $t = 65-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $t = 35-40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Класифікація способів політермічної кристалізації сахарози:

– за технологією:

- з додаванням до утфелю води («розкачка» водою);
- з додаванням до утфелю меляси попередньо розбавленої до 60 % СВ;
- з проміжним центрифугуванням та без нього;
- з нагріванням утфелю перед центрифугуванням;
- з охолодженням за коливальним режимом зміни температури;
- з подовженням терміном охолодження без «розкачки» водою;
- з проміжним підігрівом утфелю;
- з додаванням поверхнево-активних речовин;

– за апаратним оформленням:

- горизонтальні перемішувачі-кристалізатори;
- вертикальні перемішувачі-кристалізатори;
- з комбінацією вертикальних та горизонтальних перемішувачів-кристалізаторів;
- з рухомою поверхнею теплообміну;
- з нерухомою поверхнею теплообміну.

Основні фактори впливу на ефективність політермічної кристалізації:

- чистота утфелю та міжкристалевого розчину;
- величина пересичення міжкристалевого розчину;
- склад нецукрів міжкристалевого розчину;
- в'язкість міжкристалевого розчину;
- рН утфелю;
- вміст та гранулометричний склад кристалів цукру в утфелі;
- температурний режим охолодження;
- наявність умов для вторинного кристалоутворення;
- швидкість охолодження як функція швидкості кристалізації;
- інтенсивність перемішування;
- конструкційні особливості перемішувача-кристалізатора та поверхонь теплообміну.

Основні чинники, що зменшують ефективність політермічної кристалізації:

¹ ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, НУХТ



- порушення температурного режиму охолодження;
- підвищена кислотність (рН) утфелю;
- підвищена в'язкість міжкристалевого розчину;
- недотримання необхідного пересичення міжкристалевого розчину;
- вторинне кристалоутворення;
- розбавлення («розкачка») утфелю водою;
- невідповідність темпу охолодження, як функції швидкості кристалізації сахарози в утфелі даної частоти;

Рекомендації щодо забезпечення максимальної швидкості кристалізації:

- підтримання оптимальної швидкості охолодження утфелю даної чистоти за умов такої величини пересичення міжкристалевого розчину, коли досягається максимальна швидкість кристалізації без утворення вторинних кристалів. При перевищенні оптимальної швидкості охолодження утфелю виникає небажане вторинне кристалоутворення. В разі, коли швидкість охолодження недостатня – зростає тривалість перебігу процесу кристалізації;

- оптимальний перебіг процесу забезпечується чітким узгодженням швидкості охолодження (тривалість кристалізації) зі швидкістю кристалізації сахарози в утфелі даної чистоти;

- в свою чергу, швидкість кристалізації залежить від чистоти утфелю, що в значній мірі впливає на тривалість процесу політермічної кристалізації;

- на основі накопиченого досвіду, нами рекомендується визначати тривалість політермічної кристалізації утфелю останнього ступеня кристалізації в залежності від його чистоти, рис. 1.

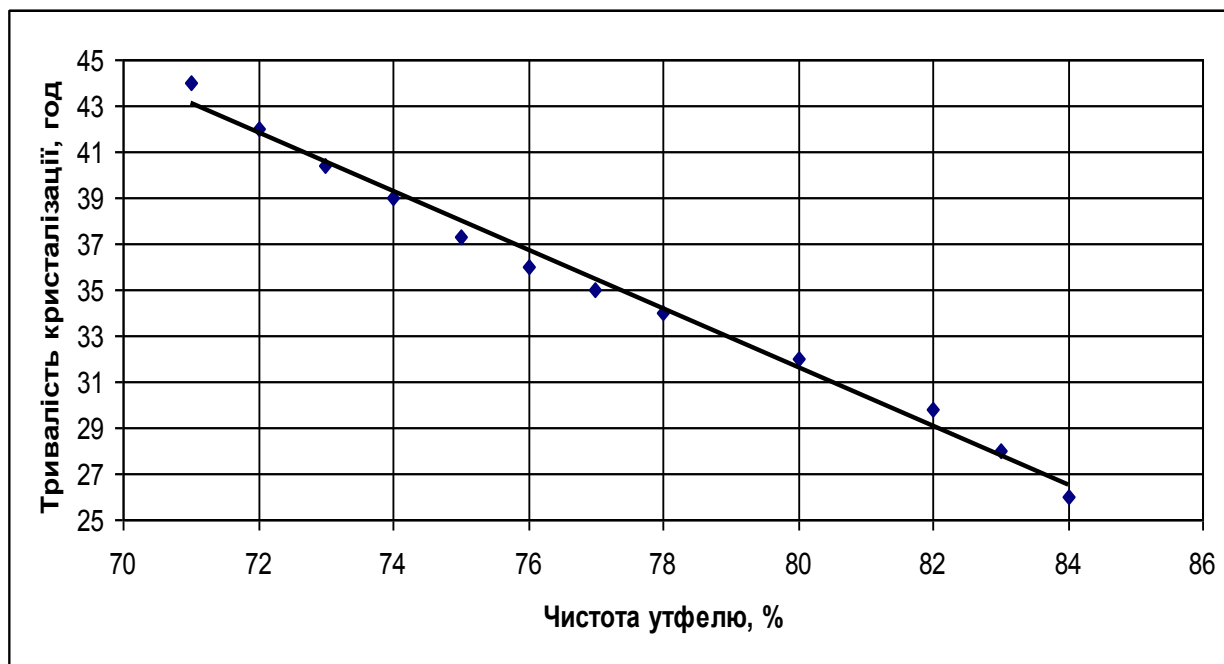


Рис. 1. Залежність тривалості політермічної кристалізації в перемішувачах-кристалізаторах від чистоти утфелю.



Висновок. В разі дотримання оптимальної швидкості охолодження утфелю останнього ступеня кристалізації в перемішувачах-кристалізаторах усуваються умови для вторинного кристалотворення. Отже, не виникає необхідність в «розкачках» утфелю, що може забезпечити ефект політермічної кристалізації охолодженням в межах до 10 %.

Формування типорозміру турбоагрегату для тец цукрового заводу



Філоненко В.М.¹ – канд. техн. наук, доц.

Вступ. Збільшення виробничої потужності цукрових заводів є магістральним напрямом розвитку цукрової галузі України.

Необхідною умовою цього є встановлення нових, більш потужних турбоагрегатів на базі парових турбіни з протитиском.

Матеріали та методи. Номінальна (паспортна) електрична потужність турбоагрегату – W^{nom} , кВт, на базі парової турбіни з протитиском будь якого типорозміру визначається за формулою:

$$W^{nom} = (D_o^{nom}/3,6) \cdot (i_o^{nom} - i_{п.а}^{nom}) \cdot \eta_{oi} \cdot \eta^{nom} \cdot \eta_m^{nom} \cdot \eta_{др}^{nom} \quad (1)$$

де:

D_o^{nom} , i_o^{nom} , $i_{п.а}^{nom}$, η_{oi}^{nom} , η^{nom} , η_m^{nom} , $\eta_{др}^{nom}$ – номінальні значення експлуатаційних параметрів турбоагрегату.

За формою представлення всі параметри в правій частини рівняння (1) є «незалежними» аргументами, не пов'язаними один з одним.

Таким чином, за рівнянням (1) точно можна визначити тільки номінальну (паспортну) встановлену електричну потужність – W , кВт, оскільки всі аргументи правої частини рівняння є відомими, визначеними заводським паспортом турбоагрегату.

Відповідно, турбоагрегат будь якого типорозміру може виробити номінальну електричну потужність тільки за умови додержання оперативним персоналом ТЕЦ і заводу номінальних (паспортних) експлуатаційних параметрів, гострої та відпрацьованої пари.

Однак, як засвідчив досвід реальної експлуатації турбоагрегатів, оперативний персонал ТЕЦ і заводу з різних причин не в змозі гарантувати відповідність реальних параметрів гострої і відпрацьованої пари їх номінальним для парової турбіни значенням.

За таких умов реальні експлуатаційні параметри гострої і відпрацьованої пари відрізняються від номінальних, і «проявляються» взаємозв'язки між аргументами рівняння (1).

¹ Національний університет харчових технологій



Вказане підтверджується експлуатацією турбоагрегатів Р-6-35/5 та ТГ2,5АС/10,2-Р-14/3 та ТГ2,2АС/10,2-Р-12/3 в умовах знижених параметрів гострої пари та підвищеного протитиску.

Максимальна генерована потужність першого становила ≈ 3800 кВт, проти 6000 кВт, а другого та третього ≈ 1400 кВт, проти 2500 кВт та 2200 кВт номінальних значень, внаслідок зменшення всіх параметрів (аргументів), що визначають, згідно ф-ли (1) вироблену турбоагрегатом електричну потужність:

- пропуску пари – $(D_o^{\text{експл}} < D_o^{\text{ном}})$;
- адіабатного теплоперепадку – $(i_o - i_{п.а})^{\text{експл}} < (i_o - i_{п.а})^{\text{ном}}$;
- всіх ККД – $(\eta_{oi} \cdot \eta \cdot \eta_m \cdot \eta_{др})^{\text{експл}} < (\eta_{oi} \cdot \eta \cdot \eta_m \cdot \eta_{др})^{\text{ном}}$.

Дослідження Г. Флюгеля і А. Стодоли засвідчують, що у разі у разі відхилення трьох ключових для парових турбін параметрів – тиску (p_o , атм), температури (t_o , °С) гострої пари і тиску відпрацьованої пари ($p_{п}$, атм) від їх номінальних значень, зменшується реальна пропускна здатність проточної частини парових турбін ($D_o^{\text{експл}}$), відносно її номінального значення ($D_o^{\text{ном}}$).

Рівняння Флюгеля-Стодоли, наведене в [1], яким визначається цей вплив виглядає наступним чином:

$$D_o^{\text{експл}} / D_o^{\text{ном}} = (p_o^{\text{експл}} / p_o^{\text{ном}}) \cdot [(t_o^{\text{ном}} + 273) / (t_o^{\text{експл}} + 273)]^{0,5} \cdot \{[(1 - (p_{п}^{\text{експл}} / p_o^{\text{експл}})^2) / [(1 - (p_{п}^{\text{ном}} / p_o^{\text{ном}})^2)]\}^{0,5} \quad (2)$$

де: $D_o^{\text{експл}}$ – очікувана годинна експлуатаційна витрата гострої пари

(т.зв. експлуатаційна пропускна спроможність проточної частини парової турбіни) у разі відхилення параметрів гострої та відпрацьованої пари від номінальних значень, т/год

$D_o^{\text{ном}}$ – номінальна витрата гострої пари у разі номінальних параметрів гострої та відпрацьованої пари, т/год;

$p_o^{\text{експл}}$ – експлуатаційний тиск гострої пари на вході в турбіну, атм(абс);

$p_o^{\text{ном}}$ – номінальний тиск гострої пари на вході в турбіну, атм(абс);

$t_o^{\text{ном}}$ – номінальна температура гострої пари на вході в турбіну, °С;

$t_o^{\text{експл}}$ – експлуатаційна температура гострої пари на вході в турбіну, °С;

$p_{п}^{\text{експл}}$ – експлуатаційний тиск відпрацьованої пари на виході з турбіни, атм(абс);

$p_{п}^{\text{ном}}$ – номінальна тиск відпрацьованої пари на виході з турбіни, атм(абс);

Наведене вище означає, що експлуатаційна електрична потужність турбоагрегату в умовах відхилення параметрів пари від номінальних стає суттєво меншою від номінальної.

Це створює для заводу технічну і фінансову проблеми, пов'язані із необхідністю закупівлі певного обсягу електричної енергії від РЕМ.



Слід мати на увазі, що:

- кожна «недодана» паровим котлом і транспортним паропроводом 1 атм тиску гострої пари обумовлює недовироблення, залежно від рівня її номінального тиску, до 140 кВт електричної енергії;
- кожен «недоданий» паровим котлом 10 °С температури гострої пари обумовлюють залежно від рівня її номінального тиску до 90 кВт недовиробленої електричної енергії.
- кожне перевищення на 1 атм протитиску парової турбіни обумовлює, залежно від рівня номінального тиску гострої пари до 450 кВт недовиробленої електричної енергії.

Наявність означеного фактору, як в частині зменшення ($D_{0\text{експл}}$), так і в частині зменшення системи ККД турбоагрегату ($\eta_{oi} \cdot \eta \cdot \eta_m \cdot \eta_{др}$)^{експл}, слід врахувати в існуючій методиці формування належного типорозміру турбоагрегату.

Це дозволить уникнути зростання обсягів покупної (від РЕМ) електричної енергії і, відповідно, уникнення перевитрати фінансів на енергопостачання цукрового заводу, що підлягає реконструкції.

Результати та обговорення. Формування типорозміру нового, більш потужного турбоагрегату, тобто його одиничної електричної потужності з дійснюється за методологією, що базується на врахуванні 17 факторів, що сформовані в [2].

Визначення проектно-розрахункової встановленої потужності турбоагрегату – $W_{ТГ\text{пр.розр}}$, кВт, для ТЕЦ, що реконструюється визначається за співвідношенням двох його «системних» параметрів – $W_{ТГ^e}$, кВт і $W_{ТГ^q}$, кВт,

Параметр $W_{ТГ^e}$ – є електричною потужністю турбоагрегату, що задовольняє загальному електро-споживанню всього комплексу «ТЕЦ – Завод» за умови автономної (без закупівлі електроенергії від РЕМ) його експлуатації. Визначається за формулою:

$$W_{ТГ^e} = \frac{(e_{\text{техн.проект}}) \cdot A_{ц.з} \cdot K_{\text{вл.потр.ТЕЦ}}}{24} \quad (1)$$

де:

$e_{\text{техн.проект}}$ – середньодобове проектне загальне питоме споживання електроенергії цукрозаводу, кВт·год/(т буряку);

$A_{ц.з}$ – добова проектна виробнича потужність цукрового заводу, т бур/добу;

$K_{\text{вл.п.ТЕЦ}}$ – коефіцієнт, що враховує (збільшує) електричне навантаження турбоагрегату на обсяг споживання електроенергії системою власних потреб ТЕЦ, од;

24 – коефіцієнт, що корелює розмірності, год/добу;

Параметр $W_{ТГ^q}$ – є електричною потужністю турбоагрегату, що задовольняє проектному тепло-споживанню цукрового заводу (за умови забезпечення потреби заводу у технологічній парі відпра-

цьованою парою парової турбіни, без «допомоги» РОУ). Визначається за формулою:

$$W_{\text{ТГ}^{\text{ч}}} = \frac{4,2 \cdot 10^3 \cdot A_{\text{ц.з}} \cdot q_{\text{техн}}^{\text{проект}}}{24 \cdot \gamma_{\text{ОУ}} \cdot \Delta i_{\text{техн}} \cdot d_{\text{оТУ}}} \quad (2)$$



де: $A_{\text{ц.з}}$ – проектна виробнича потужність цукрового заводу, т буряків/добу;
 $q_{\text{техн}}^{\text{проект}}$ – середньодобове проектне питоме тепло-споживання цукрового заводу, Мкал/(т бур);

24 – коефіцієнт, що корелює розмірності, год/добу;

$\gamma_{\text{ОУ}}$ – коефіцієнт збільшення відпрацьованої пари після ОУ (охолоджувальної установки) парової турбіни;

$\Delta i_{\text{техн}}$ – різниця ентальпій технологічної пари на вході в завод ($i_{\text{техн}}$, кДж/кг) і зворотного конденсату, що повертається від заводу в ТЕЦ ($i_{\text{зв.конд}}$, кДж/кг);

$d_{\text{оТУ}}$ – питома витрата гострої пари на генерацію електричної енергії у проектному турбоагрегаті в рамках очікуваних параметрів гострої пари та протитиску турбіни.

Визначення проектно-розрахунової встановленої потужності турбоагрегату – $W_{\text{ТГ}^{\text{пр.розр}}}$, кВт, визначається за формулою:

- за умови $W_{\text{ТГ}^{\text{е}}} > W_{\text{ТГ}^{\text{ч}}}$:

$$W_{\text{ТГ}^{\text{пр.розр}}} = \frac{W_{\text{ТГ}^{\text{е}}} \cdot (1 + \chi_{\text{кол}^{\text{зав}}})}{\xi_{\text{ДФл.Стод}} \cdot (1 - K_{\text{вл.п}^{\text{ТЕЦ}}})} + \Delta W_{\text{ТГ}^{\text{запас}}} \quad (3)$$

- за умови $W_{\text{ТГ}^{\text{ч}}} > W_{\text{ТГ}^{\text{е}}}$:

$$W_{\text{ТГ}^{\text{пр.розр}}} = \frac{W_{\text{ТГ}^{\text{ч}}} \cdot (1 + \chi_{\text{кол}^{\text{зав}}})}{\xi_{\text{ДФл.Стод}} \cdot (1 - K_{\text{вл.п}^{\text{ТЕЦ}}})} + \Delta W_{\text{ТГ}^{\text{запас}}}$$

де: $\chi_{\text{кол}^{\text{зав}}}$ – коефіцієнт, що враховує наявність експлуатаційних коливань парового навантаження заводу, яке сприйматиметься паровою турбіною.

$\xi_{\text{ДФл.Стод}}$ – коефіцієнт, що враховує зменшення пропускної спроможності проточної частини парової турбіни внаслідок відхилення параметрів гострої та відпрацьованої пари від номінальних значень, на які розраховано паспортний типорозмір турбоагрегату, од. Визначається, відповідно рівнянню Флюгеля-Стодоли, за формулою:

$$\xi_{\text{ДФл.Стод}} = D_{\text{оекспл}} / D_{\text{оном}} \quad (3)$$

$\Delta W_{\text{ТГ}^{\text{запас}}}$ – експлуатаційний «запас» встановленої потужності, кВт.

Числове значення встановленої (паспортної) електричної потужності турбоагрегату – $W_{\text{ТГ}^{\text{встан}}}$, тобто, типорозмір турбоагрегату слід вибирати наближеним (в більшу сторону) до $W_{\text{ТГ}^{\text{пр.розр}}}$, користуючись інформацією заводів-виробників турбоагрегатів і дотримуючись умови:

$$W_{\text{ТГ}^{\text{встан}}} > W_{\text{ТГ}^{\text{пр.розр}}}$$

Наприклад, за умови отримання $W_{\text{ТГ}^{\text{пр.розр}}} = 5400$ кВт типорозмір турбоагрегату повинен бути Р-6-35/5 у якого $W_{\text{ТГ}^{\text{встан}}} = 6000$ кВт.



Встановлення більшого типорозміру турбоагрегату з більшим значенням $W_{\text{ТТ}^{\text{встан}}}$ не створить експлуатаційних проблем, але обумовить збільшення капітальних витрат на закупівлю турбоагрегату.

Експлуатація турбоагрегату з електричною потужністю що перевищує проектно-розрахункове значення – $W_{\text{ТТ}^{\text{пр.розр}}}$ призводить тільки до негативних фінансово економічних наслідків, пов'язаних з відпуском в РЕМ надлишку електроенергії і ціною її продажу (меншою за собівартість).

Висновки:



1. Використання уточненої методології формування типорозміру турбоагрегату, що враховує відміну фактичних експлуатаційних параметрів гострої і відпрацьованої пари, обґрунтовано збільшує типорозмір проектного (тобто рекомендованого до встановлення в ТЕЦ) турбоагрегату.

2. Використання збільшеного типорозміру турбоагрегату дозволяє зменшити обсяг покупної (від РЕМ) електричної енергії і, відповідно, зменшити фінансові затрати на енергопостачання цукрового заводу.

3. Альтернативою збільшення типорозміру турбоагрегату є реалізація організаційно технічних рішень:



- в ТЕЦ – рішень в парогенераторах, що збільшують тиск (p_o), температуру (t_o) гострої пари до номінального рівня, рішень в системі транспортування відпрацьованої пари турбіни до заводу, що зменшують втрати тиску, які підвищують адіабатний тепловий перепад ($i_o - i_{п.а}$) в паровій турбіні, і підвищують експлуатаційну потужність турбоагрегату до номінального рівня;

- в тепловій схемі цукрового заводу – рішень, що зменшують тиск тех.нологічної пари в заводському колекторі і, відповідно, зменшують протитиск парової турбіни, що підвищує експлуатаційну потужність турбоагрегату до номінального рівня;

Література

1. И.И. Кирилов, С.А. Кантор // Теория и конструкции паровых турбин. Машгиз.- М.Л. – 1947.- 303 с.



2. В.М. Філоненко, С.М. Почко / Системи енергопостачання цукрового заводу в сучасних умовах ціноутворення на енергоресурси / В зб.: Міжнар. наук-техн. конф. «Перспективи розвитку цукрової галузі України», (27-28).03.2018.-К.: НУХТ.-2018. С. 125-129.

Технологічні фактори енергоефективності цукрового заводу



Василенко С.М.¹ – д-р техн. наук, проф.

Штангеев Костянтин Остапович² – канд. техн. наук, доц.

Кухар Володимир Миколайович³

Наведено аналіз технологічних факторів у цукровому виробництві для послідовних етапів реконструкції цукрового заводу з метою підвищення ефективності теплоспоживання.

Авторами були розроблені методологічні засади застосування загальновиробничих енергетичних балансів для розрахункового визначення витрати пари та теплоти в цукровому виробництві, а також, що особливо важливо, для аналізу ефективності використання ПЕР для технологічних потреб. Важливими особливостями запропонованої методики є простота, наочність, відсутність необхідності використання спеціальних обчислювальних засобів та технологій, що робить її доступною для фахівців цукрового заводу, які не мають спеціальної теплотехнічної підготовки, та дозволяє застосовувати її з метою оперативного аналізу ефективності використання ПЕР.

Проілюструємо використання запропонованої методики для аналізу ефективності поетапного впровадження комплексної системи заходів, розробленої в попередньому матеріалі. Величини втрат теплоти, а також спрощуючі припущення для всіх схем приймаємо однаковими.

При цьому слід особливо звернути увагу на необхідність одночасного проведення аналізу загального балансу виробництва теплової та електричної енергії в ТЕЦ цукрового заводу.

1 етап. З метою зменшення нагрівання води, що надходить в завод у вигляді так званої «барометричної» води та залишає його у вигляді так званих «аміачних» конденсатів, всі аміачні конденсати повертаються на живлення дифузійної установки, тобто $W_{\text{над}}=0$ (залишаємо всі умовні позначення, що були введені в попередньому матеріалі). Температура аміачних конденсатів при цьому стає неважливою, тому охолодження аміачних конденсатів у цьому випадку є заходом не енергозбережним, а виключно технологічним.

Тоді, із загальновиробничого водного балансу заводу (матеріальні потоки, як і в попередньому матеріалі, приймаємо згідно [1]) отримаємо витрату барометричної води в завод $S_{\text{бв}}=211,2 \text{ кг/тн.}$

¹ Національний університет харчових технологій, НТУУ «КПІ»

² ІПДО Національного університету харчових технологій

³ ТОВ «Фірма ТМА»



Підставивши значення $W_{\text{над}}$ та $S_{\text{бв}}$ в рівняння загальновиробничого теплового балансу, отримаємо витрату пари на технологію за виключенням кількості пари, що витрачається на компенсацію втрат, $D_{\text{п}}=241,2 \text{ кг/тн}$ (всі припущення та спрощення при побудові балансу приймаємо ті ж, що і в попередньому матеріалі).

Загальна витрата пари на технологічні потреби складатиме $\Sigma D_{\text{пр.}}=318,2 \text{ кг/тн}$, а витрата теплоти на технологічні потреби

$$Q_{\text{техн}} = 728,04 \text{ МДж/тн} = 173,76 \text{ Мкал/тн}. \quad (1)$$

Тоді витрата умовного палива на виробництво технологічної пари в ТЕЦ

$$V_{\text{техн}} = Q_{\text{техн}} / (Q_{\text{нр}} \cdot \eta_{\text{кот}}) = 728,04 / (29330 \cdot 0,9) = 27,58 \text{ кг/тн}. \quad (2)$$

Приймаючи витрату електричної енергії на технологічні потреби рівною $30 \text{ кВт} \cdot \text{год/тн}$, отримаємо витрату умовного палива на виробництво електроенергії

$$V_{\text{ее}} = 30 \cdot 3600 / (Q_{\text{нр}} \cdot \eta_{\text{тец}}) = 108000 / (29330 \cdot 0,82) = 4,5 \text{ кг/тн}. \quad (3)$$

Витрата умовного палива на технологічні потреби та виробництво електроенергії

$$V = V_{\text{техн}} + V_{\text{ее}} = 32,08 \text{ кг/тн}. \quad (4)$$

Витрата газу складатиме $28,64 \text{ м}^3/\text{тн}$.

Слід відзначити, що через турбіну для виробництва електроенергії на тепловому споживання проходить пари 285 кг/тн (приймаємо, що для виробництва $1 \text{ кВт} \cdot \text{год}$ електроенергії в новому турбоагрегаті Р-Н-3,4/0,5 необхідно $9,5 \text{ кг}$ пари).

Пара в кількості $33,2 \text{ кг/тн}$ надходить в завод з ТЕЦ через РОУ.

2 етап. В дифузійному відділенні переходять на дифузійно-пресовий метод сокодобування, для чого встановлюються жомові преси глибокого віджиму (в пресованому жомі $СР=25\%$), а вся жомпресова вода повертається на живлення дифузійного апарату. Кількість пресованого жому, що залишає завод, при цьому складатиме $S_{\text{ж}}=249 \text{ кг/тн}$. Вся інша кількість живильної води надходить у вигляді аміачних конденсатів. З загальновиробничого водного балансу кількість надлишкових аміачних конденсатів, що залишають завод, складатиме $W_{\text{над}}=361 \text{ кг/тн}$ (в розрахунку температуру надлишкових аміачних конденсатів приймаємо рівною 70°C).

Тоді, із загальновиробничого теплового балансу $D_{\text{п}}=228,9 \text{ кг/тн}$, $\Sigma D_{\text{пр.}}=305,9 \text{ кг/тн}$, $Q_{\text{техн}}=699,9 \text{ МДж/тн} = 167,04 \text{ Мкал/тн}$.

Тоді витрата умовного палива на виробництво технологічної пари в ТЕЦ

$$V_{\text{техн}} = Q_{\text{техн}} / (Q_{\text{нр}} \cdot \eta_{\text{кот}}) = 699,9 / (29330 \cdot 0,9) = 26,51 \text{ кг/тн}. \quad (5)$$

Приймаючи витрату електричної енергії на технологічні потреби рівною $30 \text{ кВт} \cdot \text{год/тн}$, отримаємо витрату умовного палива на виробництво електроенергії

$$V_{\text{ее}} = 30 \cdot 3600 / (Q_{\text{нр}} \cdot \eta_{\text{тец}}) = 108000 / (29330 \cdot 0,82) = 4,5 \text{ кг/тн}. \quad (6)$$

Витрата умовного палива на технологічні потреби та виробництво електроенергії

$$B = B_{\text{техн}} + B_{\text{ее}} = 31,01 \text{ кг/тн.} \quad (7)$$

Витрата газу складатиме 27,69 м³/тн.

Пара в кількості 20,9 кг/тн надходить в завод з ТЕЦ через РОУ.

При відсутності барометричної води на живлення дифузійної установки відкачка, згідно загальновиробничих балансів, безпосередньо не впливає на витрату ПЕР. Цей вплив стає опосередкованим і повинен аналізуватись в процесі балансування випарної установки з метою підтримання стабільно високого вмісту сухих речовин в сиропі після неї.

3 етап. В продуктовому (кристалізаційному) відділенні встановлені вакуум-апарати з механічними циркуляторами, що дає можливість уварювати густі продукти. Задавшись значенням вмісту сухих речовин в продукті, що надходить в вакуум апарати 1 продукту (суміші сиропу після випарної установки та клеровки), на рівні 72%, з водного балансу продуктового відділення отримаємо кількість утфельної пари, що надходить у вакуум-конденсаційну установку, $D_{\text{уп}}=98,8 \text{ кг/тн.}$

Із загальновиробничого водного балансу отримаємо кількість надлишкової ам'ячної води, що залишає завод, $W_{\text{над}}=396,5 \text{ кг/тн.}$

Тоді, із загальновиробничого теплового балансу $D_{\text{п}}=192,8 \text{ кг/тн,}$ $\Sigma D_{\text{пр.}}=269,8 \text{ кг/тн,}$ $Q_{\text{техн}}= 617,3 \text{ МДж/тн} = 147,3 \text{ Мкал/тн.}$

Витрата умовного палива на виробництво технологічної пари в ТЕЦ

$$B_{\text{техн}} = Q_{\text{техн}} / (Q_{\text{нр}} \cdot \eta_{\text{кот}}) = 617,3 / (29330 \cdot 0,9) = 23,39 \text{ кг/тн.} \quad (8)$$

Слід відзначити, що при такій витраті пари максимально можливе виробництво електроенергії в ТЕЦ на тепловому споживанні складатиме 28,4 кВт·год/тн. Витрата умовного палива на виробництво цієї кількості електроенергії

$$B_{\text{ее}} = 28,4 \cdot 3600 / (Q_{\text{нр}} \cdot \eta_{\text{тец}}) = 4,25 \text{ кг/тн.} \quad (9)$$

Витрата умовного палива на технологічні потреби та виробництво електроенергії

$$B = B_{\text{техн}} + B_{\text{ее}} = 27,64 \text{ кг/тн.} \quad (10)$$

Витрата газу складатиме 24,68 м³/тн.

4 етап. Частина утфельної пари використовується для нагрівання дифузійного соку на 20°C (якщо при використанні барометричної води на живлення дифузійної установки частина утфельної пари використовується для її попереднього нагрівання, то з переходом на живлення дифузійної установки жомопресовою водою та ам'ячним конденсатом цей варіант утилізації вторинного енергоресурсу, яким є утфельна пара, вичерпується). Витрата надлишкової води залишається рівною $W_{\text{над}}=396,5 \text{ кг/тн.}$

Кількість теплоти, що утилізується,

$$Q_{\text{підігр. уп}} = S_{\text{дс}} \cdot c_{\text{дс}} \cdot 20 = 82940 \text{ кДж/тн.}$$



Тепловміст утфельної пари, що надходить у вакуум-конденсаційну установку $Q_{уп} = 176207$ кДж/тн.

Відповідно, із загальновиробничого теплового балансу отримаємо $D_{п} = 156,5$ кг/тн, $\Sigma D_{пр.} = 233,5$ кг/тн, $Q_{техн} = 534,25$ МДж/тн = 127,5 Мкал/тн.

Витрата умовного палива на виробництво технологічної пари в ТЕЦ

$$B_{техн} = Q_{техн} / (Q_{нр} \cdot \eta_{кот}) = 534,25 / (29330 \cdot 0,9) = 20,24 \text{ кг/тн.} \quad (11)$$

Слід відзначити, що при такій витраті пари максимально можливе виробництво електроенергії в ТЕЦ на тепловому споживанні складатиме 24,6 кВт·год/тн. Витрата газу на виробництво цієї кількості електроенергії

$$B_{ее} = 24,6 \cdot 3600 / (Q_{нр} \cdot \eta_{тец}) = 3,68 \text{ кг/тн.} \quad (12)$$

Витрата умовного палива на технологічні потреби та виробництво електроенергії

$$B = B_{техн} + B_{ее} = 23,92 \text{ кг/тн.} \quad (13)$$

Витрата газу складатиме 21,36 м³/тн.

Зведемо результати розрахунків у таблицю

Таблиця 1
Результати аналізу впливу окремих факторів
на ефективність тепловикористання

№	Показник	Базов. варіант	1 етап	2 етап	3 етап	4 етап
1	2	3	4	5	6	7
1	Витрата барометричної води, кг/тн	830	211,2	0	0	0
2	Витрата надлишкової води, кг/тн	718,8	0	361	396,5	396,5
3	Витрата пари на технологічні потреби, кг/тн	353,4	318,2	305,9	269,8	233,5
4	Витрата теплоти на технологічні потреби, Мкал/тн	192,95	11733,76	167,04	147,3	127,5
5	Виробництво електроенергії на тепловому споживанні, кВт·год/тн	30	30	30	28,4	24,6
6	Витрата умовного палива на технологічні потреби, м³/тн	30,62	27,58	26,51	23,39	20,24
7	Витрата умовного палива на виробництво електроенергії, кг/тн	4,5	4,5	4,5	4,25	3,68

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7
8.	Витрата умовного палива на технологію та виробництво електроенергії, кг/тн	35,12	32,08	31,01	27,64	23,92
9.	Комплексна витрата газу, м ³ /тн	31,36	28,64	27,69	24,68	21,36
10.	Доля тепловтрат в загальній витраті теплоти, %	21,8	24,2	25,2	28,5	33
11.	Відносне зменшення витрати теплоти на техн. потреби, %	-	10	13	24	33



Як відзначалось в попередньому матеріалі, вищенаведені результати з витрати ПЕР можуть бути використані для аналізу як мінімально можливі.

В цьому сенсі отримані результати можуть слугувати *критерієм ефективності* використання теплоти на цукрових заводах з аналогічними теплотехнологічними схемами.

Слід особливо відзначити, що коли мова йде про аналіз ефективності, то це обов'язково повинен бути *порівняльний аналіз*. В основу ж процедури порівняльного аналізу покладено поняття *критерія порівняння*, в даному випадку *критерія ефективності*.

В реальних розрахунках в основу аналізу ефективності теплоспоживання повинні бути покладені результати теплотехнологічного аудиту підприємства. Якщо в проектних розрахунках згідно запропонованої методики при формулюванні вихідних умов ми задаємо деяким розрахунковим матеріальним балансом по всім станціям заводу та величинами тепловтрат, а в результаті визначаємо комплексні показники витрати ПЕР, то при аналізі реального стану теплоспоживання за результатами аудиту складають реальний матеріальний баланс по всім станціям заводу, після чого, знаючи реальні показники витрати ПЕР, з використанням запропонованої методики визначають реальні значення тепловтрат. Отримані результати повинні бути покладені в основу порівняльного аналізу реальних показників споживання ПЕР з показниками передових теплотехнологічних комплексів, що виконуватимуть роль *критеріїв ефективності*. На цих же результатах повинні базуватися подальші варіантні розрахунки перспективних теплотехнологічних схем та їх порівняльний аналіз.

Також при складанні балансу виробництва теплової та електричної енергії в ТЕЦ приймали, що турбоагрегати нові, тобто мають максимально можливий відносний внутрішній к.к.д. На дію-



чих ТЕЦ цукрових заводів внаслідок зношеності турбоагрегатів їх відносний внутрішній к.к.д. нижчий від паспортного, відповідно, збільшується витрата пари (не енергії) через турбіну на виробництво електроенергії.

В сенсі теплотехнічної частини аналізу теплотехнологічного комплексу цукрового заводу важливим показником є кратність випаровування випарної установки, що визначає, скільки кілограмів води випарює у випарній установці один кілограм пари, що надходить в її перший корпус. Визначимо цей показник, вважаючи, що вся пара з ТЕЦ надходить лише в нагрівну камеру першого корпусу, всі ж інші споживачі використовують вторинну пару випарної установки.

Значення кратності випаровування визначимо наступним чином

$$K = S_{\text{св}} (1 - \text{CP}_{\text{св.}} / \text{CP}_{\text{сир}}) / D_{\text{техн.}} \quad (14)$$

де $S_{\text{св}}$ – витрата соку на випарну установку, кг/тн; $\text{CP}_{\text{св.}}$ – вміст сухих речовин в соці перед випарною установкою, %, $\text{CP}_{\text{св.}} = 15\%$; $\text{CP}_{\text{сир}}$ – вміст сухих речовин в сиропі після випарної установки, %.

Приймаючи вміст сухих речовин в клеровці жовтих цукрів такою, що дорівнює вмісту сухих речовин в сиропі після випарної установки, при заданих вихідних умовах визначимо кратність випаровування для розглянутих вище варіантів тепло технологічної схеми цукрового заводу.

Таблиця 2

Показники	Базовий варіант	1 етап	2 етап	3 етап	4 етап
Витрата соку на випарну установку, кг/тн, $S_{\text{св}}$	846,15	846,15	846,15	877,95	877,95
Вміст сухих речовин в сиропі, %, $\text{CP}_{\text{сир}}$	65	65	65	72	72
Витрата пари на випарну установку, кг/тн, $D_{\text{техн}}$	353,4	318,2	305,9	269,8	233,5
Кратність випаровування	2,39	2,66	2,77	3,25	3,76

Таким чином, поетапне зменшення витрати пари на технологічні потреби вимагає відповідного збільшення кратності випаровування випарної установки. Для цього в кожному конкретному випадку впровадження заходів із зменшення витрати ПЕР необхідно проводити балансування випарної установки, яке включає в себе цілий ряд теплотехнічних дій, а саме: перерозподіл паровідборів з переведенням споживачів на обігрів вторинною парою наступних корпусів (так зване «перенесення грівів на хвіст випарної установки»), включаючи збільшення площ поверхонь нагрівання споживачів; перерозподіл площ поверхонь теплообміну ступенів випарювання випарної уста-



новки (так званих «корпусів» випарної установки), включаючи на певному етапі збільшення їх числа (перехід до шестиступеневої, а потім і до семиступеневої схеми випарної установки); підвищення температурного режиму випарної установки.

Одним з найважливіших факторів, що впливає на кратність випаровування, є кількість води в соці перед випарною установкою, яка визначається величиною відкачки та розбавленням продуктів на верстаті заводу. Очевидно, зменшення кількості води при заданій системі паровідборів дозволяє підвищити вміст сухих речовин у сиропі та, як наслідок, зменшити витрату пари на вакуум-апарати та на технологічні потреби в цілому. Збільшення кратності випаровування при заданій витраті соку на випарну установку також дозволяє підвищити вміст сухих речовин у сиропі та, як наслідок, зменшити витрату пари на вакуум-апарати та на технологічні потреби в цілому.

Висновки. Лише поетапна комплексна реконструкція теплотехнологічного комплексу цукрового виробництва дозволяє послідовно зменшувати витрату ПЕР на технологічні потреби. При цьому збільшується відносна доля втрат в навколишнє середовище, а також зменшується виробництво електроенергії на тепловому споживанні.

Література

1. Загородский С. Тепловое хозяйство сахарных заводов: пер. с польск. / Предисл. А.Р.Сапронова. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 128 с.



Режими погіршеної тепловіддачі в плівкових випарних апаратах

Петренко В.П.¹ – канд. техн. наук, доц.

Прядко М.О.¹ – д-р техн. наук, проф.

Рябчук О.М.¹ – канд. техн. наук, доц.

Надані результати моделювання теплообміну до висококонцентрованих низхідних плівок цукрових розчинів в трубах в умовах погіршеної тепловіддачі, наведені результати фізичного моделювання теплогідродинамічних процесів в густих плівках під час пароутворення, виконано порівняння теоретичних та експериментальних результатів, надані рекомендації щодо прогнозування режимів погіршеної тепловіддачі в плівкових випарних апаратах.

Порушення цілісності плівки є основною причиною кризи теплообміну під час випаровування плівки води в процесах охолодження теплонапружених елементів. В разі концентрування густих плівок в каналах плівкових випарних апаратів має місце стрімке зростання в'язкості, уповільнення течії плівки і, як наслідок, зростання її товщини. Тому режим погіршення тепловіддачі настає не стрибкоподібно, а поступово внаслідок зменшення теплопровідності плівки зростання її товщини та, особливо, фізико-хімічної температурної депресії. Оскільки концентрування густих плівок, що стікають по довгим теплообмінним каналам, супроводжується періодичним порушенням упорядкованої структури плівки великими хвилями, які мають форму серповидних напливів, режим погіршення тепловіддачі розглядається як взаємодія циклічних процесів наростання концентрації на міжфазній поверхні з відповідним періодичним зростання температурної депресії та падінням теплового потоку під час міжхвильової паузи. Відповідно під час проходження великої хвилі (напливу) має місце порушення структури плівки, вирівнювання профілей концентрації та її швидкості. В разі згущення сиропу до надвисоких концентрацій, що можливо в разі суттєвого зменшення затікання розчину в теплообмінні канали, має місце стрімке зростання в'язкості, уповільнення течії плівки і, як наслідок, зростання її товщини. Останній фактор перешкоджає втраті цільності плівки під час випаровування води з густого розчину на відміну від випаровування з поверхні чисто водяної плівки, де в процесі руху нелінійна взаємодія гравітаційно-капілярних хвиль та термокапілярної нестійкості

¹ Національний університет харчових технологій



призводить до утворення масиву ривулет, орієнтованих вздовж напрямку руху плівки, між якими і розривається плівка.

Дослідження теплогідродинамічних характеристик кільцевих низхідних потоків висококонцентрованих цукрових розчинів виконано на експериментальному стенді, на якому моделювались реальні теплогідродинамічні процеси, що протікають в плівковому випарному апараті [1]. Установка складалась з вертикальної труби із нержавіючої сталі X18H10T довжиною 9 м та внутрішнім діаметром 30 мм, поділеної на 20 ділянок довжиною 440 мм для збирання конденсату з виділених ділянок труби і визначення на основі зібраного конденсату розподілу теплового потоку по довжині труби. Нагрівання модельної труби здійснювалось сухою насиченою парою. В процесі проведення дослідів вимірювались: температура стінки труби в 20 точках на кожній виділеній ділянці

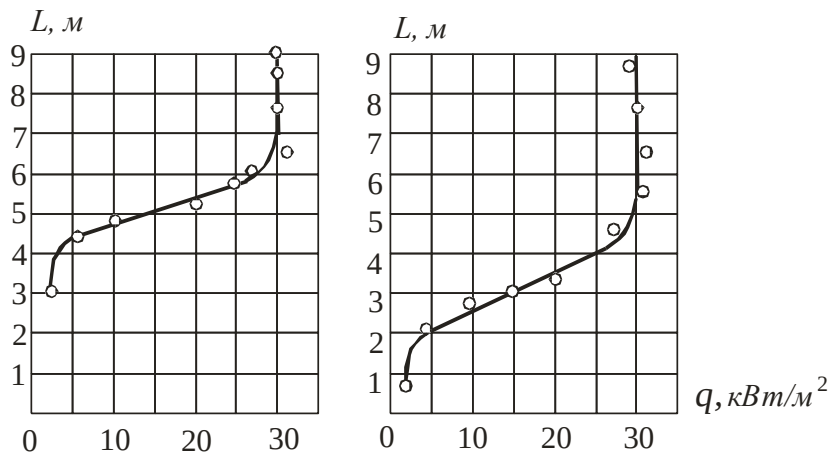


Рис.1. Розподілення теплового потоку по висоті труби під час режиму погіршеної тепловіддачі до плівки води

а – $\Gamma = 0,029$ кг/м с; б – $\Gamma = 0,076$ кг/м с.
Вода $t = 100$ °С, (дані [1])

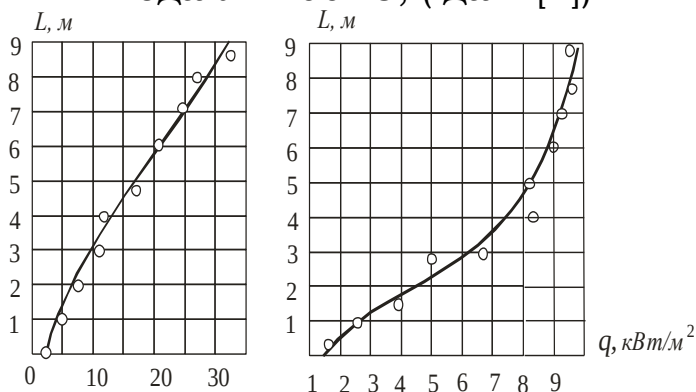


Рис.2. Розподілення теплового потоку по висоті труби під час концентрування цукрового сиропу. (дані [1]).

а – $\Gamma_{ex} = 0,108$ кг/м с, $CP_{ex} = 35\%$;
б – $\Gamma_{ex} = 0,1$ кг/м с, $CP_{ex} = 60\%$, $t = 100$ °С

температура стінки труби в 20 точках на кожній виділеній ділянці мідь-константановими термопарами, втрати тиску, температура пари всередині труби, концентрації розчину по висоті труби.

Графічна ілюстрація режиму погіршення тепловіддачі в трубі довжиною 9 м діаметром 30 мм, при випаровуванні з плівки води за малої щільності зрошення [1] наведена на рис.1, а цукрового розчину – на рис. 2.

Як видно з рис.2 під час концентрування густих розчинів стрімкого падіння теплового потоку не спостерігається. В разі концентрування розчину щільність зрошення по довжині

падає по закону $\Gamma_v(x) = \Gamma_{v0} - \frac{q(x)x}{\rho_1 r}$, а зростання концентрації, відповідно, як $CP(x) = \frac{CP_0 \Gamma_{v0}}{\Gamma_{v0} - \frac{q(x)x}{\rho_1 r}}$. За параболічного профілю швидкості в

ламінарній плівці та рівномірно розподіленої по товщині в'язкості товщина плівки визначається виразом $\delta(x) = \sqrt[3]{\frac{3 \Gamma_v(x) \nu(x)}{g}}$. Оскільки

для слабкоконтрованих розчинів по довжині каналу в результаті випаровування темп падіння щільності зрощення переважає темп падіння в'язкості, а за великих концентрацій – навпаки, функція $\Gamma_v(x) \nu(x)$ має екстремум (мінімум) по x . Відстань, на якій має місце екстремум, залежить від теплового потоку, початкової концентрації та витрати розчину і знаходиться з умови $\frac{d[\Gamma_v(x) \nu(x)]}{dx} = 0$. Залеж-

ність в'язкості цукрового розчину концентрацією до 80 % довільної чистоти Db від концентрації та температури можна виразити залежністю Д.Е.Сініта-Радченка

$$\nu(x) = 10^{-9} 10^{F(x)},$$

$$\text{де } F(x) = A + B \left(\frac{1,9 \cdot 10^5}{Db \cdot CP(x)} - 18 \right)^C; \quad A = \left[0,6688 - \frac{98,4}{T} \right]^{-1}; \quad B = \frac{2,357 \cdot 10^{12}}{T^{4,44}};$$

$C = 2,45 \cdot 10^{-3} T - 1,771$; T – абсолютна температура.

Результати розрахунку критичної концентрації для цукрового розчину чистотою 98% (а), та реального сиропу з чистотою 92% (б) наведено на рис.3.

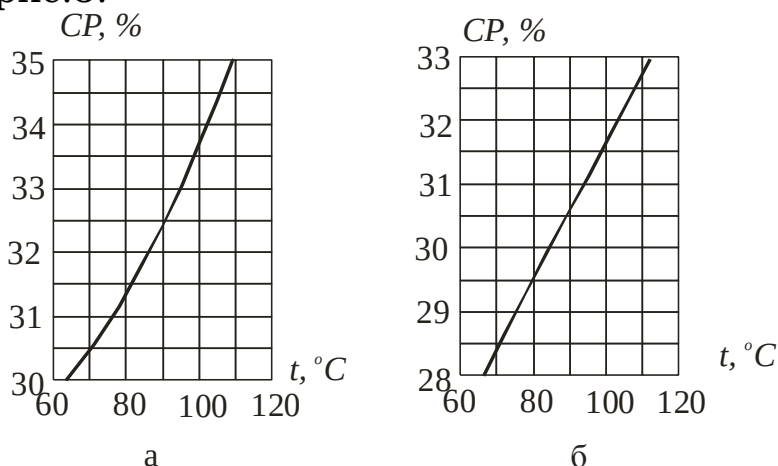


Рис.3. Залежність критичної концентрації від температури.

а) цукровий розчин ($Db = 98\%$);

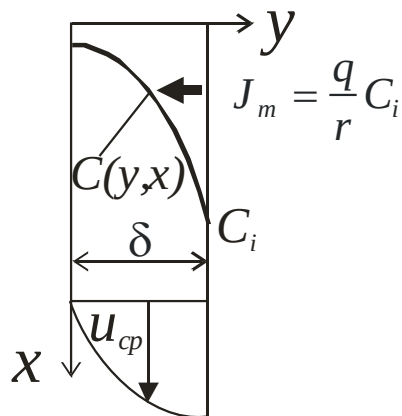
б) реальний цукровий сироп ($Db = 92\%$).

Таким чином, в плівкових випарних апаратах хвостової частини ВУ, які експлуатуються при концентраціях 35...75%, по всій довжині каналу має місце зростання товщини плівки в процесі її



концентрування навіть в умовах дії супутнього потоку пари, швидкість якого незначна внаслідок малих температурних напорів і, як наслідок, теплових потоків.

За високої в'язкості режим руху висококонцентрованих плівок ламінарний, тому під час випаровування води в межах міжфазної поверхні утворюється тонкий прошарок з підвищеною концентрацією. Механізм вирівнювання концентрації лише за рахунок молекулярної дифузії повільний, тому при відсутності перемішування градієнт концентрації може бути значним, а температура кипіння



на міжфазній поверхні плівки повинна бути вищою від температури кипіння, розрахованою за середньою концентрацією.

Для з'ясування впливу нерівномірності розподілення концентрації по товщині плівки на теплообмін змодельємо процеси наростання концентрації на міжфазній границі та проникнення сухих речовин вглибину плівки дифузійною під час випаровування. Розглянемо елемент плоскої, догрітої до температури насичення плівки розчину з початковою концентрацією C_0 , що стікає по вертикальній поверхні в режимі випаровування, рис.4

Рис.4. Схема розподілу концентрації в плівці з випаровуванням з міжфазної поверхні.

Умова рівноваги потоків розчиненого компонента на міжфазній поверхні виразиться як

$$-D_m \frac{\partial C(\delta, x)}{\partial y} = \frac{q}{r\rho} C(\delta, x), \quad (1)$$

де q – тепловий потік, r – теплота фазового перетворення, ρ – густина розчину, y, x – поперечна та повздовжня координати, δ – товщина плівки, D_m – коефіцієнт молекулярної дифузії, C – масова концентрація

Вираз (1) являє собою граничну умову на міжфазній границі при $y = \delta$ до задачі отримання поля концентрацій з рівняння конвективної дифузії

$$u \frac{\partial C(x, y)}{\partial x} = D_m \frac{\partial^2 C(x, y)}{\partial y^2}. \quad (2)$$

На теплообмінній поверхні ($y = 0$) поперечний потік маси відсутній, тому $\frac{\partial C(0, x)}{\partial y} = 0$. За рівномірного початкового розподілення швидкості ($u = \bar{u}$) та концентрації на вході при $x = 0$, $C(y, 0) = C_0$ наведена задача має точний розв'язок [2]



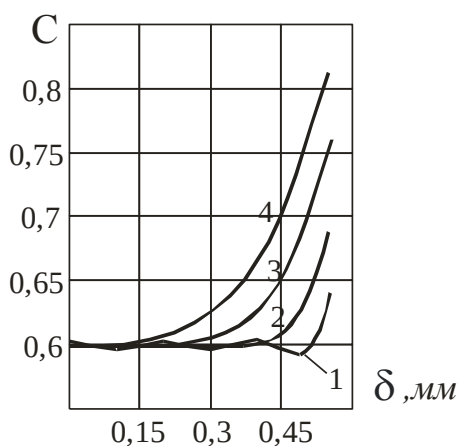
$$C(x, y) - C_o = 1 - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2 \sin \mu_n}{\mu_n + \sin \mu_n \cos \mu_n} \cos \left(\mu_n \frac{y}{\delta} \right) \exp \left(-\mu_n^2 \frac{D_m x}{u \delta^2} \right). \quad (3)$$

Характеристичне рівняння для отримання власних чисел μ_n записується як

$$\operatorname{ctg} \mu_n = \frac{\mu_n}{Pe_{mv}}, \quad (4)$$

де $Pe_{mv} = \frac{q \delta}{r \rho D_m}$ – масообмінне число Пекле, виражене через швид-

кість випаровування $\frac{q}{r \rho}$. Графічна інтерпретація розподілу концентрації в перерізі плівки на різній відстані x за умови використання шести перших членів ряду (3) наведена на рис.5.



1 – $x = 0,1$ м; 2 – 0,8; 3 – 2,5; 4 – 5,
 $Pe_{mv} = 1$; $CP_o = 60\%$; $t = 80$ C;

$$\Gamma_v = 0,15 \cdot 10^3 \frac{M^2}{c}; \quad \nu = 3,92 \cdot 10^{-6}; \quad \rho = 1260;$$

$$D = 1 \cdot 10^9; \quad r = 2308; \quad q = 5,14 \frac{\kappa B m}{M^2}$$

$$\mu_1 = 0,8603; \quad \mu_2 = 3,4256; \quad \mu_3 = 6,4373;$$

$$\mu_4 = 9,5293; \quad \mu_5 = 12,6453; \quad \mu_6 = 15,7713.$$

Рис.5. Розподіл концентрації в плівці цукрового розчину на відстані x від входу в кип'ятильний канал

В реальних випарних апаратах поверхня теплообміну нагрівається водяною парою, тому в міру зростання концентрації і, відповідно, фізико-хімічної температурної депресії, тепловий потік вздовж поверхні нагрівання зменшується пропорційно падінню корисної різниці температур. Тому видається доцільним в граничних умовах (1) прийняти постійним не тепловий потік q , а величину, пропорційну добутку $q C_i$, тобто поперечний потік маси розчиненого компонента $J_m = \frac{q}{r} C_i$. Тоді

гранична умова (1) трансформується в

$$-D_m \frac{\partial C(\delta, x)}{\partial y} = \frac{q}{r \rho} C(\delta, x) \approx \frac{J_m}{\rho} = \text{const}, \quad (5)$$

а точний розв'язок рівняння (2) в безрозмірному вигляді за граничних умов (5) набуває вигляду [2]

$$C(\eta, \xi) = C_o + \frac{2 J_m \delta}{\rho D_m} \sqrt{\frac{4 \xi}{Pe_m}} \left\{ \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp \left(-\frac{(1-\eta)^2}{\frac{16 \xi}{Pe_m}} \right) - \frac{(1-\eta)}{2 \sqrt{\frac{4 \xi}{Pe_m}}} \operatorname{erfc} \left(\frac{(1-\eta)}{2 \sqrt{\frac{4 \xi}{Pe_m}}} \right) \right\}, \quad (6)$$



де $Pe_m = \frac{4\Gamma_v}{D_m}$ – число Пекле дифузійне, Γ_v – об'ємна щільність зрошення, $\eta = \frac{y}{\delta}$, $\xi = \frac{x}{\delta}$ – безрозмірні поперечна та повздовжня координати, відповідно.

Концентрацію на міжфазній границі $C_i(\xi)$ – знаходимо з рівняння (6) при $\eta = 1$

$$C_i(\xi) = C_o + \frac{4J_m\delta}{\rho D_m \sqrt{\pi}} \sqrt{\frac{\xi}{Pe_m}}. \quad (7)$$

Для ламінарного режиму руху густих плівок при відсутності перемішування корисний температурний напір $\Delta t_{корисн}$ буде залежати від величини фізико-хімічної температурної депресії відповідно до міжфазної концентрації сиропу

$$\Delta t_{корисн} = (t_{cm} - t_{sat} - R_{dep}(C_i)) \quad (8)$$

де $R_{dep}(C_i)$ – фізико-хімічна температурна депресія, що відповідає міжфазній концентрації C_i . Функція підвищення температури кипіння внаслідок дії фізико-хімічної температурної депресії для цукрового розчину на міжфазній поверхні $R_{dep}(\xi)$ в діапазоні концентрацій $0,37 < C < 0,75$ (в частках від одиниці); виразиться співвідношенням Демчука як

$$R_{dep}(\xi) = 16,22 \frac{T^2}{r} \left(\frac{C_i(\xi)}{a - b C_i(\xi)} \right), \quad (9)$$

а в діапазоні $0,75 < C < 0,9$

$$R_{dep}(\xi) = (1156,9 - 6322C_i(\xi) + 1,3 \cdot 10^4 C_i^2(\xi) - 11920C_i^3(\xi) + 4134C_i^4(\xi)) 16,22 \frac{T^2}{r}, \quad (10)$$

де $a = 0,62655$, $b = 0,695$.

Якщо тепловий потік вздовж поверхні теплообміну $q(x)$ виразити як

$$q(x) = \frac{\lambda}{\delta} (t_{cm} - t_{sat} - R_{dep}(C_i(x))), \quad (11)$$

має місце занадто прискорене розрахункове падіння теплового потоку в процесі випаровувального концентрування густого сиропу, що не підтверджується результатами експериментальних даних. Порівняння результатів розрахунку з експериментальними даними, рис.6 свідчить про невідповідність простої залежності (11) реальним умовам теплоперенесення в густих плівках і потребує застосування адекватних моделей плівкової течії з врахуванням хвильових характеристик поверхні плівок.



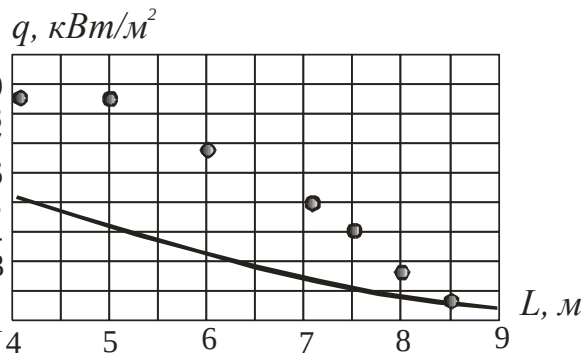


Рис.6. Порівняння розрахункових за співвідношенням (11) з експериментальними даними на ділянці від 4 до 9 м.

$CP_{\text{поч}} = 75,5 \%$ $\Gamma_u = 0,061 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, $L_{\text{поч}} = 4 \text{ м}$.

Швидкість пари на вході – $3,8 \text{ м/с}$, $t_{\text{cm}} = 115^\circ\text{C}$, $t_{\text{sat}} = 100^\circ\text{C}$.

Експериментальні дані В.О.Ардашева [1], довжина великих хвиль

$\lambda_{\text{вч}} = 0,12 \text{ м}$.

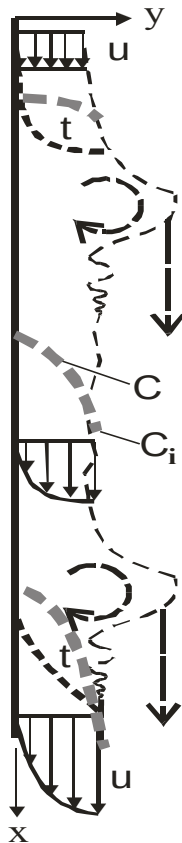


Рис.7. Характер зміни швидкісного $u(y, x)$, концентраційного $C(y, x)$ та температурного $t(y, x)$ полів в плівці з розвинутою хвильовою структурою результаті циклічної дії великих хвиль (напливів).

C_i – концентрація на міжфазній поверхні.

Форма стікаючої по довгій вертикальній трубі міжфазної поверхні густої в'язкої ламінарної плівки наближена до пласкої, а по ній періодично прокочуються тривимірні серповидні напливи, рис.7

За даних умов процеси теплообміну пов'язані з періодичним збуренням плівки хвилеподібними напливами, які, перемішуючи плівку, зменшують концентрацію на міжфазній поверхні від $C_i(\xi)$ до осередненої. Температурний профіль також здійснює періодичні коливання, форму якого в міжхвильову паузу знаходимо з рівняння енергії

$$\left[\left(\frac{\tau_i}{\nu \rho \delta} + \frac{g}{\nu} \right) \eta - \frac{g}{2\nu} \eta^2 \right] \delta^3 \frac{\partial \theta(\eta, \xi)}{\partial \xi} = a \frac{\partial^2 \theta(\eta, \xi)}{\partial \eta^2}, \quad (12)$$



де τ_i – дотична напруга на міжфазній поверхні, ν – в'язкість кінематична, a – температуропровідність, g – прискорення вільного падіння, $\theta(\eta, \xi) = \frac{t(\eta, \xi) - t_i(\xi)}{t_{cm} - t_i(\xi)}$ – безрозмірна температура.

Наближений розв'язок (12) за граничних умов: $\eta = 0$, $\theta = 1$; $\eta = 1$, $\theta = 0$; та початкового розподілу температури, який реалізується під час проходження великої хвилі при $\xi = \xi_m$,

$$\theta(\eta, \xi_m) = \left(\frac{Pe}{4} \right) \frac{1}{D} \exp \left(-\frac{\xi_m}{D} \right) \left(\frac{\eta^2}{2} - \eta \right) + 1, \quad (13)$$

наведено в [3], який має вигляд

$$\theta(\eta, \xi) = \frac{Pe}{8} \left[\frac{R_1 - 1}{R} + \frac{Pe}{80DR} \frac{(16\rho g \delta + 25\tau_i)}{(3\tau_i + 2\rho g \delta)} \exp \left(-\frac{\xi_m}{D} \right) \right] \exp \left[\frac{\xi_m - \xi}{R} \right] (\eta^2 - \eta) - \eta + 1 \quad (14)$$



$$\text{де } D = \frac{Pe}{80} \frac{25\tau_i + 16\rho g \delta}{3\tau_i + 2\rho g \delta}, \quad R = \frac{(7\rho g \delta + 10\tau_i)}{(3\tau_i + 2\rho g \delta)} \frac{Pe}{160}, \quad R_1 = \frac{\tau_i + \frac{3}{4}\rho g \delta}{3\tau_i + 2\rho g \delta}, \quad Pe = \frac{4\Gamma_v}{a}.$$

$$\xi_m = D \ln \left(\frac{Pe}{8D} \right) - \text{відстань, за якої } \theta(1, \xi_m) = 0.$$

В разі вільного стікання ($\tau_i = 0$), комплекси D, R, R_o, R_1 набувають вигляду

$$D = \frac{Pe}{10}, \quad R = \frac{7Pe}{320}, \quad R_o = \frac{120}{7Pe}, \quad R_1 = RR_o = \frac{3}{8},$$

а температурний профіль (14) трансформується у вираз

$$\theta(\eta, \xi) = \left[\frac{40}{7} \exp \left(-\frac{10}{Pe} \xi_m \right) - \frac{25}{7} \right] \exp \left(\frac{320}{7Pe} (\xi_m - \xi) \right) (\eta^2 - \eta) - \eta + 1. \quad (15)$$

Координата ξ_m , за якої $\theta(1, \xi_m) = 0$, визначається із співвідношення

$$\xi_m = 0,0223Pe. \quad (16)$$

В процесі випаровування поточна температура поверхні плівки повинна дорівнювати сумі температури пари t_{sat} та фізико-хімічній температурній депресії відповідно до концентрації сухих речовин на міжфазній поверхні $C_i(\xi)$



$$t_i(\xi) = t_{sat} + R_{dep}(C_i(\xi)). \quad (17)$$

Температурне поле в плівці через температуру міжфазної поверхні $t_i(\xi)$ запишеться як

$$t(\eta, \xi) = t_i(\xi) + [t_{cm} - t_i(\xi)] \theta(\eta, \xi), \quad (18)$$

або, через температуру насичення пари t_{sat} , враховуючи (17), як

$$t(\eta, \xi) = t_{sat} + (t_{cm} - t_{sat}) \theta(\eta, \xi) + R_{dep}(\xi) (1 - \theta(\eta, \xi)). \quad (19)$$



Тепловий потік на стінці $q_{cm}(\xi)$ знаходимо з (15) з умови

$$q_{cm}(\xi) = -\frac{\lambda}{\delta} \frac{dt(\eta, \xi)}{d\eta} \Big|_{\eta=0}$$

$$q_{cm}(\xi) = \frac{\lambda}{\delta} \left\langle \left[\frac{40}{7} \exp\left(-\frac{10}{Pe} \xi_m\right) - \frac{25}{7} \right] \exp\left(\frac{320}{7Pe} (\xi_m - \xi)\right) + 1 \right\rangle [t_{cm} - t_{sat} - R_{dep}(\xi)]. \quad (20)$$

Оскільки ξ вираховуємо від ξ_m , вираз для $R_{dep}(\xi)$ в діапазоні концентрацій до 75% ($C \leq 0,75$) запишемо як

$$R_{dep}(\xi) = \frac{C_o + \frac{4J_m \delta}{\rho D \sqrt{\pi}} \sqrt{\frac{\xi - \xi_m}{Pe_m}}}{a - b \left(C_o + \frac{4J_m \delta}{\rho D \sqrt{\pi}} \sqrt{\frac{\xi - \xi_m}{Pe_m}} \right)} 16,22 \frac{T^2}{r}, \quad (21)$$

а в області $0,75 < C < 0,9$ як

$$R_{dep}(\xi) = \left(\frac{1156,9 - 6322C_i(\xi - \xi_m) + 1,3 \cdot 10^4 C_i^2(\xi - \xi_m) - 11920C_i^3(\xi - \xi_m) + 4134C_i^4(\xi - \xi_m)}{16,22 \frac{T^2}{r}} \right). \quad (22)$$

Відповідно до висновків роботи [4] за наявності швидкості пари над поверхнею плівки, має місце пригнічення фізико-хімічної температурної депресії, що враховується співмножником H_{dep} до $R_{dep}(\xi)$

$$H_{dep} = \exp\left(-1,07 \cdot 10^{-2} \sqrt{We^3 Pe}\right), \quad (23)$$

де $We = \frac{\rho_2 u_2^2 d}{\sigma}$ – число Вебера.

Тоді функція падіння температурного напору внаслідок дії фізико-хімічної депресії на міжфазній границі за наявності руху пари над її поверхнею, запишеться як $R_{dep}(\xi)H_{dep}$, а вираз для теплового потоку на стінці в період між проходженням великих хвиль матиме вигляд

$$q_{cm}(\xi) = \frac{\lambda}{\delta} \left\langle \left[\frac{40}{7} \exp\left(-\frac{10\xi_m}{Pe}\right) - \frac{25}{7} \right] \exp\left(\frac{320}{7Pe} (\xi_m - \xi)\right) + 1 \right\rangle [t_{cm} - t_{sat} - R_{dep}(\xi)H_{dep}] \quad (24)$$

На рис. 8 наведено результати розрахунку циклічної, відповідно до частоти проходження великих хвиль (напливів), зміни теплового потоку по довжині труби довжиною 9 м на відрізок 1 м (від 4 до 5 м) до плівки цукрового розчину високої концентрації в режимі випаровування з міжфазної поверхні.

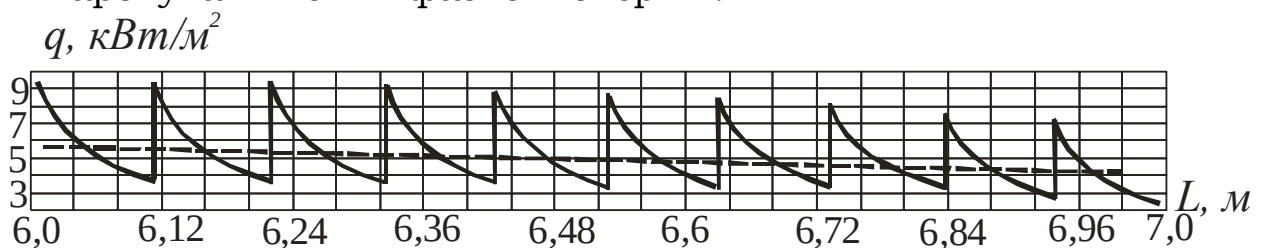


Рис.8 Розподілення теплового потоку до плівки цукрового розчину високої концентрації по довжині труби довжиною 9 м на ділянці труби 1 м (від 4 до 5 м) в режимі випаровування з міжфазної поверхні.



Вхідні параметри кільцевого двофазового потоку на відстані 4 м від входу: концентрація $CP_n = 75,5 \%$, щільність зрошення $\Gamma_v = 0,061 \cdot 10^{-3}$, швидкість пари – 3,8 м/с, $t_{cm} = 115$ С, $t_{sat} = 100$ С. $\lambda_{ex} = 0,12$ м

Осереднення теплового потоку в інтервалі, обмеженого двома великими хвилями (напливами), здійснюється в межах $\xi_v - \xi_m$ для кожного хвильового циклу, тобто

$$\bar{q}_{cm} = \frac{1}{\xi_v - \xi_m} \int_{\xi_m}^{\xi_v} q_{cm}(\xi) d\xi \quad (25)$$

Параметр ξ_m розраховується за співвідношенням (16), а

$\xi_v = \xi_m + \frac{\lambda_{ex}}{\delta}$, де λ_{ex} – довжина великих хвиль (напливів); $\delta = \sqrt[3]{\frac{3\Gamma_v v}{g}}$ – товщина плівки.

Згідно результатів роботи [5] довжина великих хвиль за вільного стікання плівок холодної води в трубах діаметром 25 – 32 мм складала від 0,1 до 0,14 м. Подібний результат мав місце під час стікання концентрованого яблучного сиропу по вертикальній плоскій поверхні [6]. Тому в розрахунках розподілу теплового потоку по довжині труби інтервал $\xi_v - \xi_m$ розраховано з умови довжини великих хвиль $\lambda_{ex} = 0,12$ м.

Характер розподілу теплового потоку практично однозначно визначається розподілом корисного температурного напору, як функції від величини фізико-хімічної температурної депресії, яка, у свою чергу, є функцією концентрації розчину на міжфазній границі C_i , рис. 9

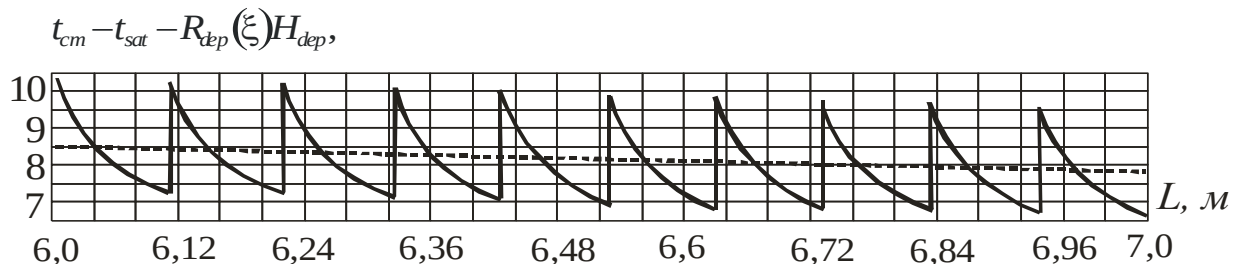


Рис.9. Розподілення корисного температурного напору по довжині труби довжиною 9 м на ділянці труби 1 м (від 4 до 5 м) в режимі випаровування з міжфазної поверхні. Позначення ті самі, що на рис. 4.

Характер розподілу концентрації на міжфазній поверхні плівки в рамках одного хвильового циклу наведено на рис.10



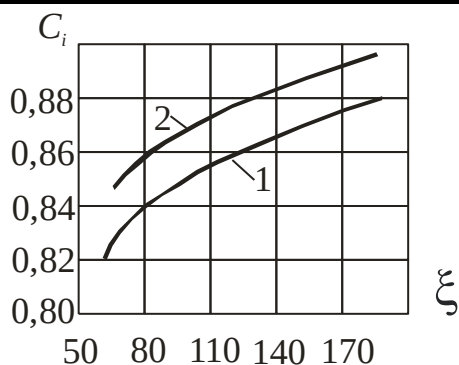


Рис. 10 Зміна концентрації на міжфазній поверхні C_i в межах одного хвильового циклу в 9 метровій трубі. 1 – на відстані 4 м від входу, (відповідає 1^{ому} циклу на рис. 4, 5), 2 – 5 м. (відповідає 10^{ому} циклу на рис. 8, 9)

Результати розрахунків зміни середньої товщини плівки, в'язкості та середньої концентрації на ділянці труби від 4 до 9 м наведено на рис. 11, а, б, в.

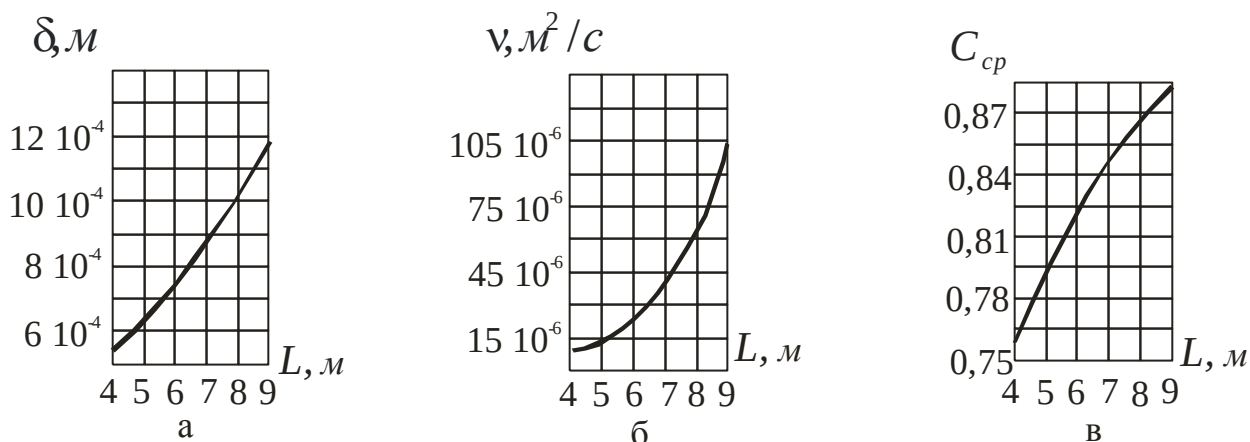


Рис. 11. Осереднені по довжині труби довжиною 9 м значення товщини плівки δ , в'язкості ν та концентрації C_{cp} на ділянці від 4 до 9 м.

Порівняння розрахункових та експериментальних даних з осередненого для кожного хвильового циклу теплового потоку до висококонцентрованого розчину в режимі погіршення теплообміну на ділянці від 4 до 9 м труби довжиною 9 м наведені на рис. 12.

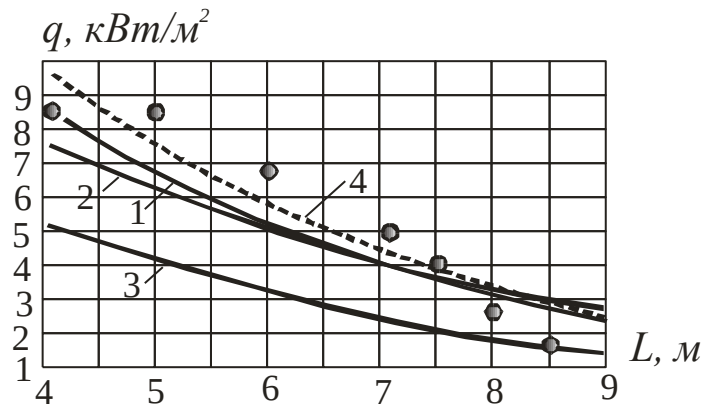


Рис. 12.. Порівняння на ділянці від 4 до 9 м. $CP_{\text{ноч}} = 75,5 \%$ $\Gamma_u = 0,061 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, $L_{\text{ноч}} = 4 \text{ м}$. Швидкість пари на вході – $3,8 \text{ м/с}$, $t_{\text{cm}} = 115^\circ\text{C}$, $t_{\text{sat}} = 100^\circ\text{C}$. Експериментальні дані В.О.Ардашева [1] $\lambda_{\text{вч}} = 0,12 \text{ м}$

Лінія (1) на рис.8 – розрахована за співвідношеннями (21 – 25).

Лінія (2) – розрахована по осередненій на ділянці концентрації $\bar{C}$ з врахуванням функції пригнічення депресії H_{dep}

$$q = \frac{\lambda}{\delta} (t_{\text{cm}} - t_{\text{sat}} - R_{\text{dep}}(\bar{C}_n) H_{\text{dep}}),$$

де $R_{\text{dep}}(\bar{C}_n) = (1156,9 - 6322\bar{C}_n + 1,3 \cdot 10^4 \bar{C}_n^2 - 11920\bar{C}_n^3 + 4134\bar{C}_n^4) 16,22 \frac{T^2}{r}$; $\bar{C}_n$ – середня концентрація на кожній ділянці,

дана концентрація на кожній ділянці,

$$\bar{C}_n = \frac{\bar{C}_{n-1} \Gamma_v^{n-1}}{\Gamma_v^{n-1} - \frac{\bar{q}_n \delta_n (\xi_v - \xi_m)}{\rho r}},$$



$\bar{C}_{n-1}$ – середня концентрація на вході у ділянку, Γ_v^{n-1} – щільність зрошення на вході в ділянку, $\bar{q}_n$ – осереднений тепловий потік на виділеній ділянці (25).

Лінія (3) – розрахована по осередненій за цикл концентрації на міжфазній поверхні $\bar{C}_{ni}$ без врахування функції пригнічення депресії H_{dep}

$$q = \frac{\lambda}{\delta} (t_{\text{cm}} - t_{\text{sat}} - R_{\text{dep}}(\bar{C}_{ni})),$$

де $R_{\text{dep}}(\bar{C}_{ni}) = (1156,9 - 6322\bar{C}_{ni} + 1,3 \cdot 10^4 \bar{C}_{ni}^2 - 11920\bar{C}_{ni}^3 + 4134\bar{C}_{ni}^4) 16,22 \frac{T^2}{r}$,



$$\bar{C}_{ni} = \frac{1}{\xi_v - \xi_m} \int_{\xi_m}^{\xi_v} C_i(\xi) d\xi = \bar{C}_{n-1} + \frac{8Pe_m J_m \delta}{3\sqrt{\pi} \rho D_m (\xi_v - \xi_m)} \left(\sqrt{\left(\frac{\xi_v}{Pe_m} \right)^3} - \sqrt{\left(\frac{\xi_m}{Pe_m} \right)^3} \right)$$

Лінія (4) – розрахована інтервальним методом за співвідношенням, рекомендованим в [4] по середній концентрації на ділянках $\bar{C}_n$

$$q = \alpha (t_{\text{cm}} - t_{\text{sat}} - H_{\text{dep}} R_{\text{dep}}(\bar{C}_n))$$

$$\frac{\alpha}{\lambda} \left(\frac{v^2}{g} \right)^{1/3} = 1,12 \operatorname{Re}^{-1/3} (0,85 + 0,01 \operatorname{Pe}^{0,2} + 4,5 \cdot 10^{-4} \operatorname{Pe}^{0,86} \operatorname{Pr}^{-0,2}) K_w K_{boil} K_{Ld} \quad (26)$$

де

$$K_{Ld} = \left\{ 1 + 0,06 \left(\frac{v}{v_o + v} \right) [1 - \exp(-0,05 L^3)] \right\} \left(\frac{d}{d_o} \right)^{0,35 - 0,06 \left(\frac{d}{d_o} \right)};$$

$$K_w = \sqrt{1 + [7,5 \cdot 10^{-6} \operatorname{Re}_2 (\rho / \rho_2)^{0,2}]^2}$$

$$K_{boil} = 1; \operatorname{Re} = \frac{4 \Gamma_v}{v}; \operatorname{Re}_2 = \frac{u d \rho_2}{\mu_2}; u - \text{швидкість пари, } d - \text{діаметр труби;}$$

ρ_2 – густина пари; μ_2 – динамічна в'язкість пари; v_o – кінематична в'язкість води при температурі 100 °С; L – поточна довжина труби, m ; α – коефіцієнт тепловіддачі; λ – теплопровідність; $d_o = 0,02 \text{ m}$.

Висновки:

1. Модель теплообміну, як процес періодичного руйнування поверхневого прошарку плівки з надвисокою концентрацією великими хвилями, які за високої в'язкості мають форму напливів, адекватно відображає процеси погіршення тепловіддачі до густих плівок в довгих каналах в режимі випаровування з міжфазної поверхні.

2. Основною причиною погіршення тепловіддачі до густих плівок в процесі концентрування є перевищення величини фізико-хімічної температурної депресії на міжфазній границі над середньою внаслідок нерівномірності розподілу концентрації. В меншій степені на інтенсивність теплообміну впливає зростання товщини плівки та падіння теплопровідності густого розчину в міру зростання концентрації.

3. Співвідношення (26) для розрахунку інтенсивності тепловіддачі до стікаючих плівок розчинів в трубах випарних апаратів справедливе і в області надвисоких концентрацій в кризових режимах погіршення теплообміну.

Література

1 Ардашев В.О. Исследование теплообмена при выпаривании гравитационно-стекающей пленки жидкости в вертикальных трубах : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.14.04 “Промышленная теплоэнергетика” / В.О.Ардашев. – К., 1983. – 26 с.

2. Ликов А.В. Теория теплопроводности / А.В.Ликов. – М.: Высшая школа. – 1967. – 600 с.

3. Valentyn Petrenko, Yaroslav Zasyadko. Heat Transfer Modeling in Downflowing Films. (2016) LAP LAMBERT Academic Publishing. Germany, ISBN: 978-3-330-00234-0, 49 p.

4 Valentyn Petrenko, Yaroslav Zasyadko . Heat Transfer at evaporativ concentration of down flowing in vertical pipes solutions in

annular regimes. Food and Environment safety (FES), Vol 17, Issue 1, 2018. p. 9 – 19.



5 Кулов Н.Н. Гидродинамика и массообмен в нисходящих двухфазных пленочно-дисперсных потоках : дис. ...докт.техн.наук : 05.17.08 / Н.Н.Кулов. – М., 1984. – 409 с.

6. Pryadko M.O., Globa O.V., Forsyuk, A.V., Globa V.Z., (2015), Film flows in tubes of apple juice evaporators, SCIENTIFIC WORKS of National University of Food Technologies, vol. 21, №2, pp. 88 – 95.



Експрес-методи прогнозування технологічних показників цукрових буряків і продуктів їх переробки

Чернявська А.І.¹

Моканюк Ю.О.¹

Кухар Володимир Миколайович²

Чернявський Олександр Петрович²

Мількевич Володимир Михайлович³

Головним критерієм для оцінки економічної ефективності цукрового виробництва є вихід кристалічного цукру з кожної тонни переробленої сировини. Науковці різних країн з давніх давен вели пошук найбільш доступних методів прогнозування. Цьому сприяли суттєво розширені за ініціативою проф.а Дедека дослідження з м'ясоутворення у цукровому виробництві та впливу на цей процес хімічного складу сировини. На цій основі виникла нова концепція, сутність якої полягла в прогнозуванні очікуваного вмісту сахарози в м'ясі за хімічним складом сировини, що переробляється, оскільки основна маса невикристалізованої сахарози залишається в цьому продукті. Інтенсивні дослідження і розробки в цих напрямках призвели до появи формул для розрахунків очікуваного вмісту сахарози в м'ясі залежно від вмісту в буряках комплексу нецукрів.



З метою підвищення ефективності використання сировини дуже важливим є експресні методи прогнозування вмісту сахарози в м'ясі та виходу цукру. Особливо це актуально для умов нашої країни, коли в переробку надходять буряки після різних термінів зберігання.



¹ ІПР НААН України

² ТОВ ФІРМА «ТМА»

³ ІПДО НУХТ



Проблема математичного моделювання взаємозв'язків між показниками переробки цукрових буряків і технологічними показниками зумовлена непростим хімічним складом, який формується в процесі вегетації коренеплодів залежно від регіону вирощування, погодно-кліматичних умов та режиму живлення рослин в процесі росту. Тобто, вказані взаємозв'язки характеризуються великою складністю.

Ця складність виявляється у значному числі й різноманітності параметрів, що визначають протікання процесів вегетації, а також подальшого зберігання та переробки цукрових буряків, - у великій кількості внутрішніх зв'язків між параметрами, у їхньому взаємному впливові, а також у накладанні збурень, що статистично розподіляються в часі.



При моделюванні складних систем дослідження необхідно починати з побудови найпростіших моделей, які, однак, мають відповідати характерним особливостям досліджуваних процесів. За наявності достатнього експериментального матеріалу в якості математичного опису складних систем найчастіше висуваються характерні для даних процесів рівняння регресії.

З метою розробки уніфікованої методики для експрес-прогнозування технологічних показників нами проведені дослідження з наважками кашки цукрових буряків, які найчастіше використовуються в лабораторній практиці цукрового виробництва: 52, 26, 13 та 6,5 г. У дистильованій воді та у всіх приготовлених гомогенізованих системах було виміряно питомі електропровідності розчинів, які було приведено до 20°C. Питома електропровідність кашки визначалась за різницею між питомими електропровідностями системи та дистильованої води, яка йшла на її приготування



Такий вибір наважок був зумовнений необхідністю враховувати технічні можливості сировинних та заводських лабораторій: наявністю подрібнювачів-гомогенізаторів, а також необхідністю визначати вміст золи у розчинах, одержаних з використанням дигестійної посудини, а також у разі незначної кількості досліджуваного матеріалу. Для оброблення результатів проведених досліджень нами були використані методи математичної статистики. Зокрема, були визначені коефіцієнти кореляції між основними показниками якості цукрової сировини - цукристістю, вмістом кондуктометричної золи, вмістом кислот; визначені математичні характеристики та рівняння регресії при обробленні одержаних результатів за методом найменших квадратів. Були визначені математичні характеристики та одержані математичні моделі (рівняння регресії) для всіх варіантів досліджень кондуктометричної золи та карбонатної золи, одержаної методом спалювання:





Виконаний аналіз одержаних регресійних рівнянь показав, що існує висока кореляція між показником золи, визначеної методом спалювання, та при використанні уживаних в аналітиці цукрового виробництва наважок.

Таким чином, проведені дослідження та виконаний математичний аналіз одержаних результатів дозволили створити математичні моделі для проведення різних варіантів вимірювань як з використанням різних наважок, подрібнювачів бурякової кашки, існуючих на цукрових заводах, так із використанням дигестійних посудин з денатуруванням бурякових клітин термообробленням при температурі 80 ± 2 °C протягом 30 хв.

У сировинній лабораторії можна користуватись наважками 52 та 26 г бурякової кашки, гомогенізованих з двома об'ємами по $178,2 \text{ см}^3$;

У заводській лабораторії

при наявності подрібнювача тканин можна використовувати вищенаведені величини наважок (52 або 26 г бурякової кашки, гомогенізованих з двома об'ємами по $178,2 \text{ см}^3$ дистильованої води;

за відсутності подрібнювача пропонуються наважки 26 або 13 г перемеленої стружки, термостатованої з $178,2 \text{ см}^3$ дистильованої води при температурі 80 ± 2 °C;

у випадку незначної кількості досліджуваного матеріалу можна користуватися наважками 6,5 або 3,25 г, термостатованих з $178,2 \text{ см}^3$ дистильованої води при температурі 80 ± 2 °C.

Таким чином, узагальнення результатів наукових експериментів та їх обробка методами математичної статистики дозволили одержати робочі математичні моделі показника вмісту кондуктометричної золи - критерію технологічної якості цукрових буряків у якості узагальненого показника їх нецукристого комплексу.

З метою одержання математичної моделі взаємозв'язку вмісту золи, визначеної кондуктометричним способом, та вмісту цукрози у мелясі нами були виконані спеціальні дослідження хімічного складу окремих проб цукрових буряків та продуктів їхньої переробки. Цукрові буряки були перероблені до сиропу, за результатами аналізів якого були виконані розрахунки вмісту цукрози у мелясі.

Результати визначення вмісту золи у буряках та вмісту цукрози у мелясі були оброблені методами математичної статистики, внаслідок чого була одержана математична модель залежності вмісту цукрози у мелясі від вмісту золи в буряках, визначеної кондуктометричним методом. Тобто одержана залежність $\text{Цк}_m = f(\text{В}_{\text{золи}})$,

де Цк_m - вміст цукрози у мелясі, % до маси буряків;

$\text{В}_{\text{золи}}$ - вміст золи кондуктометричної, % до маси буряків.

Одержане нами рівняння має вигляд

$$\text{Цк}_m = 0,7754 + 2,2328 \text{ В}_{\text{золи}}, \quad (8)$$

де Цк_m - вміст цукрози у мелясі, % до маси буряків;



$V_{\text{золи}}$ – вміст золи кондуктометричної, % до маси буряків.

Нами також були виконані порівняння даних, одержаних розрахунковим шляхом з використанням вищенаведеного рівняння та експериментальних даних, які підтвердили адекватність математичної моделі.

З урахуванням одержаної моделі прогнозований вихід сахарози з буряків залежно від термінів їхньої переробки можна обчислювати таким чином:

- для буряків, які будуть перероблятися без зберігання

$$V_{\text{ц}} = \text{Цк}_6 - 1,1 - \text{Цк}_м; \quad (9)$$

де $V_{\text{ц}}$ – вихід сахарози, % до маси буряків;

Цк_6 – цукристість буряків, % до маси буряків;

$\text{Цк}_м$ – вміст сахарози у мелясі, % до маси буряків

1,1 – сумарні втрати цукрози при транспортуванні та переробленні буряків.

- для буряків короткострокового зберігання та середніх термінів зберігання

$$V_{\text{ц}} = \text{Цк}_6 - 1,45 - \text{Цк}_м; \quad (10)$$

де $V_{\text{ц}}$ – вихід сахарози, % до маси буряків;

Цк_6 – цукристість буряків, % до їх маси;

$\text{Цк}_м$ – вміст сахарози у мелясі, % до маси буряків

1,45 – сумарні втрати цукрози при зберіганні, транспортуванні та переробленні.

- для буряків довгострокового зберігання

$$V_{\text{ц}} = \text{Цк}_6 - 1,8 - \text{Цк}_м; \quad (11)$$

Де $V_{\text{ц}}$ – вихід сахарози, % до маси буряків;

Цк_6 – цукристість буряків, % до їх маси;

$\text{Цк}_м$ – вміст сахарози у мелясі, % до маси буряків;

1,8- сумарні втрати цукрози при зберіганні, транспортуванні та переробленні.

Слід зазначити, що одержані математичні моделі придатні для використання при аналізах нормальних буряків, які не підв'ялені, не уражені морозом, хворобами, кореневими гнилями, слизовим бактеріозом тощо.

Прогнозування МБ-фактора цукрових буряків. Критерій МБ-фактор характеризує кількість виробленої меляси на 100 кг сахарози. Обчислення кількості меляси, яка буде вироблена при переробленні аналізованої сировини, % до маси буряків, здійснюють за формулою:

$$\text{Вих}_{\text{мел.}} = \text{Цк}_{\text{мел.}} \cdot 100 / \text{Цк}_{\text{у.м.}},$$

де $\text{Вих}_{\text{мел.}}$ – вихід меляси, % до маси буряків;

$\text{Цк}_{\text{мел.}}$ – вміст сахарози у мелясі, % до маси буряків;

Цк_{у.м.} – вміст сахарози в умовній мелясі, % до маси меляси. Вміст сахарози в умовній мелясі приймають як середнє значення по заводу за 5 попередніх сезонів.

Розрахунок МБ-фактора здійснюють за формулою:

$$\text{МБ-фактор} = \text{Вих}_{\text{мел.}} * 100 / \text{Вих}_{\text{цукру}},$$

де Вих._{мел.} - вихід меляси, % до маси буряків;

Вих._{цукру} - вихід сахарози, % до маси буряків.

В узагальненому вигляді формула буде мати вигляд:

$$\text{МБ-фактор} = \text{Цк}_{\text{мел.}} * 100 * 100 / (\text{Цк}_{\text{у.м.}} * \text{Вих.}_{\text{цукру}}).$$

Висновки:

1. Проведено теоретичні та експериментальні дослідження взаємозв'язків вмісту золи, визначеної методом спалювання та кондуктометричними вимірюваннями в розчинах, отриманими з різних наважок бурякової кашки.

2. На основі одержаних даних та їх математичної обробки отримані регресійні залежності розрахунків вмісту золи в буряках від розмірів наважок.

3. За результатами переробки буряків на «заводі на столі» встановлено зв'язок між вмістом золи в буряках та вмістом цукру у мелясі та одержані рівняння визначення виходу цукру для буряків свіжовикопаних та після різних термінів їх зберігання.

4. Розроблено схему прогнозування основних технологічних показників цукрових буряків залежно від даних їх хімічного складу.



Розробка та впровадження нових видів обладнання для трактів подачі та мийних комплексів цукрових заводів

Кухар Володимир Миколайович¹
Чернявський Олександр Петрович¹
Саповський Віталій Дмитрович¹
Антоненко Олександр Євгенійович¹
Боровий Володимир Миколайович¹
Кухар Олександр Володимирович¹
Хоменко Микола Дмитрович²

ТОВ ФІРМА «ТМА» на сьогодні є однією із найбільш відомих на просторах не лише України, а й країн СНД. В своєму складі фірма має виробничий підрозділ Яготинський механічний завод. Висококваліфіковані кадри інженерно-технічних і наукових працівників здатні відповідати на вимоги сьогодення від розробки до виготовлення обладнання та впровадження його в виробництво. Одиниці обладнання відповідають за ергономічними показниками, за якістю виготовлення та його надійністю при експлуатації показникам обладнання провідних європейських компаній, а за ціною – значно доступніші для наших заводів.

За останні кілька років фірма «ТМА» добавила до свого переліку ще ряд одиниць обладнання для оснащення трактів подачі буряків та мийних комплексів цукрових заводів підвищеної добової потужності по перероблених буряках. У 2018 році вперше в Україні Яготинським механічним заводом виготовлено та поставлено на Саливінківський цукровий завод обладнання мийного комплексу на 10 000 тонн переробки буряків на добу.

Мийка коритна двохвалкова марки ТМА-ПМД-10. Бурякомийка коритна комбінована належить до типу двохвалкових коритних кулачкових мийок з низким рівнем води. Корпус бурякомийки складається із двох спарених U-подібних жолобів з нарощеними боковими і торцевими бортами. По довжині корпус розділений на два мийних відділення поперечною перегородкою. В середині кожного жолоба на виносних опорних підшипникових вузлах установлені кулачкові вали. Кожен складається із трубовала з приєднаними цапфами та ввареними по гвинтовій лінії кулаками, які утворюють двохзаходний гвинт. В хвостовій частині кулаків установлені викидні лапи. У передній частині бурякомийки встановлений лоток для завантаження, а в задній торцевій стінці утворені

¹ ТОВ ФІРМА «ТМА»

² ІПДО НУХТ



два отвори для вивантаження коренеплодів.. До днища жолобів прикріплені два бункери пісковловлювачів: у першому відділенні – постійної продувки, в другому – періодичної. В місцях приєднання бункерів пісковловлювачів в днищі жолобів виконана перфорація. Кожен вал приводиться в рух від свого мотор-редуктора, які змонтовані на окремій рамі.

Мийка фінішна ролико-форсуночна марки ТМА-МР-10. Форсуноково-роликова мийка являється завершальною одиницею обладнання сучасного мийного комплексу, головне призначення якої полягає в очищенні боріздок на коренеплодах та максимально повне видалення всіх залишкових часток землі, піску та органічних домішок. Складається мийка із рами з закритим корпусом. В середині корпусу установлені вали квадратного перерізу, оснащені гумовими профільними дисками, закріпленими на двох підшипникових вузлах. Кожен вал приводиться в рух індивідуальним приводом. В верхній частині корпусу установлені колектори з форсунками високого тиску. Транспортуючі ролики забезпечують оптимальний ефект видалення домішок за рахунок безперервного обертання буряків в комбінації з використанням струменів високого тиску. Для перших рядів форсунок можливе використання профільтрованої освітленої транспортерно-мийної води, а для останніх – конденсату чи свіжої річкової води. Остання секція фінішної мийки використовується для відділення води від буряків перед їх подачею в бункер над бурякорізками.

Уловлювач легких домішок марки ТМА-УЛП-10. Уловлювач легких домішок призначений для видалення легких домішок, що спливали на поверхню води в ванній УЛП, ополіскування буряків та видалення піску. Можливі різні варіанти компонування установки уловлювача: до та після основної мийки, а також одночасна установка двох уловлювачів УЛП. Уловлювач легких домішок являє собою зварну конструкцію, що складається із ванної зі спареним гвинтовим конвеєром для вивантаження буряків із бункера; ситчастого конвеєра та класифікатора хвостиків. Конвеєр буряків складається із двох шнеків, які розмішені в похилому корпусі. В нижній частині корпусу шнека установлені колектори продувки для збору та видалення піску із ванни ополіскувача. Ситчастий конвеєр видалення легких домішок складається із рами, ведучого та відомого валів, приводу, ситчастого полотна, високонапірного вентилятора для віддуву домішок від сита для його очищення. Він монтується в ванній на опору та кріпиться під потрібним кутом. Класифікатор хвостиків одновалковий, являє собою циліндричний барабан з шипами та приводом.

Водовідділювач марки ТМА-ВДФ-10. Водовідділювач дисковий встановлюється на цукровому заводі на тракті подачі буряків в



мийному відділенні та застосовується для повного відділення цукрових буряків від транспортерно-мийної води, відділення дрібних домішок, гички та бурякових хвостиків. Водовідділювач складається із рами з закритим корпусом. В середині корпусу установлені вали квадратного перерізу, оснащені гумовими профільними дисками, які закріплені на двох підшипникових вузлах. Кожен вал приводиться в дію індивідуальним приводом.



Соломогичкоуловлювач марки ТМА-СБГ-900 встановлюють на тракті подачі буряків в гідротранспортері. Він застосовується для видалення соломи, гички, бур'янів з буряководяної суміші. Основним робочим органом для уловлювання легких домішок є граблини, що рухаються у верхній частині водяного потоку гідравлічного транспортера. При русі буряководяної суміші навпроти руху граблин, останні, захопивши домішки зубцями граблин, транспортують їх у верхню частину соломогичкоуловлювача, де вдаряють по приймальному ролику, домішки осипаються та видаляються по приймальному лотку, транспортуючим механізмом граблини повертаються в буряководяний потік.



Транспортерна стрічка рухається по трьох комплектах приводних колісних пар. Здійснення обертового руху транспортерної стрічки виконується циліндро-конічним мотор-редуктором, який встановлений на верхній приводній колісній парі. На нижній колісній парі встановлена натяжна станція для регулювання натягу стрічки транспортуючого механізму. Регулювання стрічкового соломогичкоуловлювача по висоті відносно рівня лотка гідротранспортера виконується з допомогою 4 регульовальних опор.



Ефект відділення домішок підвищується з використанням пневматичного підіймача легких домішок, який розташований в нижній частині гідравлічного транспортера, безпосередньо перед соломогичкоуловлювачем. Нагнітання повітря виконується радіальним вентилятором через отвори в верхній частині дворівневого жолоба в товщу буряководяної суміші, що зумовлює підймання домішок в верхні шари суміші, де останні уловлюються зубцями граблин.

Вертикальні відстійники ВОУ-1 та освітлювачі Ш1-ПОЕ. Відстійник вертикальний для очищення транспортерно-мийних вод в переважній більшості встановлюється в ізольованому від основної будівлі цукрового заводу приміщенні.

Принцип роботи вертикального відстійника полягає в тому, що транспортерно-мийні води, що надходять із заводу в мішалку неочищених вод, насосом подаються на домішкоуловлювач, де на колосниковому ситовому поясі очищаються від домішок розміром більше ніж 5 мм.

Домішки зчищаються з сит в бункер-приймач і по похилому жо-



лобу видаляються на майданчик відходів. Вода, пройшовши через сито, тангенціально поступає в центральну розподільчу камеру-сепаратор, розташовану в центрі відстійника. У центральній розподільній камері-сепараторі швидкість води зменшується, і великі частинки осаду через нижній отвір поступають в нижню конусну частину корпусу відстійника, накопичувача осаду. Далі, вода виконавши кругову траєкторію, знизу по трубі поступає у воронку переливання, що знаходиться у верхній частині центральної розподільної камери.

Після воронки переливання вода остаточно втрачає швидкість і рівномірно розподіляється по усій площі відстійника. Дрібні часточки осаду осідають повільно, опускаючись в нижню частину конуса. Забір відстояної води здійснюється по усій площі дзеркала води в резервуарі внутрішнім напівзатопленим кільцевим лотком. З кільцевого лотка, виготовленого з ухилом у бік труб, що відводять воду, освітлена вода поступає у резервуар очищених вод. Це є освітлена вода.

Осад, що накопичується в нижній конічній частині резервуару, безперервно видаляється в мішалку вод III категорії. Піна і плаваючі домішки на поверхні дзеркала води в резервуарі утримуються від попадання у водоскидний лоток периферійним кільцевим пінно-затримуючим щитом.

У центральній частині відстійника на міст-майданчику встановлений привід пінозгрібного пристрою. При обертанні центрального валу пінозгрібного пристрою, піна і плаваючі домішки згрібаються з поверхні води у воронку, борти якої знаходяться над рівнем води. Видалення піни і плаваючих домішок з воронок піноскида відбувається за допомогою трубопроводу на причіп або автомобіль.

Спарені фільтри для доочистки освітленої транспортерно-мийної води марки ТМА-ФСн-500. Фільтр спарений складається з двох циліндричних корпусів з встановленими перфорованими фільтрувальними елементами, поєднаними вхідним та вихідним трійниками. В верхній частині корпусів вмонтовано штуцер з кульковим клапаном Ду 20 для спуску надлишкового тиску, в нижній частині вмонтовано штуцер з кульковим клапаном Ду 50 для кінцевого спорожнення циліндричного корпусу. Фільтр спарений комплектується ручними поворотними клапанами Ду 300 для виконання блокування роботи одного з фільтрів для очищення чи заміни фільтрувального елемента. По мірі забруднення фільтрувального елемента виникає різниця тисків на вхідному і вихідному патрубках. Контроль різниці тисків виконується реле тиску типу RT (Danfoss).



Вищеперераховане обладнання було поставлене на завод, змонтоване, налагоджене та запущене в роботу. Весь час за його роботою протягом виробництва вівся технічний супровід інженерно-технічними працівниками ТОВ ФІРМА «ТМА». За результатами виробничого сезону обладнання мийного комплексу, в т.ч і обладнання, що було поставлене фірмою «ТМА», відпрацювало без зупинок, без поломок та забезпечило отримання технологічних показників, які були закладені в його технічних характеристиках.

Висновки:



1.Новий мийний комплекс Саливонківського цукрового заводу був побудований в короткі терміни: зведення будівлі разом з монтажем обладнання зайняло 3,5 місяці, не враховуючи час на зведення фундаментів під монтаж залізобетонних колон.

2. Обладнання, виготовлене Яготинським механічним заводом, успішно пройшло випробування, довело свою надійність та може бути рекомендоване до впровадження на цукрових заводах. За ціною – воно більш доступне для наших заводів, ніж аналогічне від європейських виробників.

3. Вертикальні відстійники, виготовлені Яготинським механічним заводом, повністю забезпечили мийний комплекс на установлену продуктивність заводу необхідною кількістю води потрібної якості.



Аналіз ринку крохмалю та крохмалепродуктів в Україні та його перспективи

Грабовська О.В. ¹ – *д-р техн. наук, проф.*



Перероблення різної крохмалевмісної сировини на крохмаль і крохмалепродукти перебуває на одному з провідних місць в економіці промислово розвинених країн. Загальносвітова потреба в крохмалі зростає в середньому на 4 % щороку і становить в розрахунку на душу населення близько 2,6 кг на рік.

Майже половину усієї крохмальної продукції в світі споживає харчова промисловість – хлібопекарська, кондитерська, молочна виробництво ковбас, напоїв тощо. Значна частка крохмалю використовується в целюлозно-паперовій, текстильній, будівельній, нафтогазовидобувній та фармацевтичній галузях промисловості.

Сукупний світовий ринок складається із виробництва нативних та модифікованих видів крохмалю, цукристих крохмалепродуктів у вигляді сиропів (патока крохмальна, глюкозний, мальтозний,

¹ *Кафедра технології цукру та підготовки води, НУХТ.*



глюкозно-фруктозний сироп (ГФС)), кристалічної глюкози гідратної і ангідридної, фруктози та органічних сполук (етанолу, сорбітолу). Половину усього обсягу крохмалепродуктів у світі складають сиропи — глюкозні, мальтозні, глюкозно-фруктозні. Інша половина — це нативні і модифіковані види крохмалю.

Основні види продукції крохмале-патокової галузі:

- нативний крохмаль — крохмаль натурального (природного) походження, який формується у рослинах. У світі отримують близько 20 видів нативного крохмалю, основні з яких картопляний, кукурудзяний, пшеничний, тапіоковий. В Україні нативний крохмаль отримують з кукурудзи і картоплі;
- модифікований крохмаль — крохмаль, який піддають фізичному, хімічному, біохімічному чи комбінованому обробленню для зміни його властивостей. У харчовій промисловості модифіковані види крохмалю застосовують як загущувачі стабілізатори та емульгатори, наповнювачі, носії консистенції;
- глюкозні сиропи (патока) — залежно від країни виробництва, мають різну назву: крохмальна патока, кукурудзяний сироп, карамельна і декстрозна патока, глюкозний сироп – це продукти неповного гідролізу крохмалю мінеральними кислотами або ферментними препаратами з наступним очищенням і концентруванням. В світі налічують понад 20 видів сиропів. В Україні традиційно продукти неповного гідролізу крохмалю називають крохмальною патокою, а продукти з більшим вмістом глюкози – глюкозним сиропом. Основною характеристикою глюкозного сиропу є глюкозний еквівалент (ГЕ) або декстрозний еквівалент (ДЕ) – вміст редукувальних речовин: глюкози, мальтози, декстринів у % до маси сухих речовин;
- глюкозно-фруктозні сиропи (HFCS) — сиропи, у яких частина глюкози ізомеризована ферментом у фруктозу. Розрізняють сиропи першого покоління ГФС-42 з вмістом фруктози 42 % і високофруктозні сиропи ГФС-55 і ГФС-90, які не можна отримати прямою ізомеризацією. Шляхом розбавлення ГФС-42 глюкозним сиропом можна отримати цілий спектр ГФС з різним вмістом фруктози ГФС-10, -20, -30;
- мальтозні сиропи (патока) — виготовляються шляхом ферментативного гідролізу крохмалю, мають яскравий колір, солодкий смак і запах. Використовуються при виробництві хлібобулочних і кондитерських виробів, пивоварінні, а також алкогольних (для пом'якшення) і безалкогольних напоїв;
- глюкоза кристалічна гідратна (Dextrosum, Dextrose, Glucosa, Glucosum) — кристалічна речовина, продукт повного гідролізу крохмалю амілолітичними ферментними препаратами.

Окрім гідратної α -Д-глюкопіранози, що містить 9 % кристалізаційної води, для спеціального призначення, отримують α -Д-глюкозу ангідридну. Гранульовану та порошкоподібну глюкозу отримують шляхом розпилювального висушування концентрованих глюкозних сиропів;

- фруктоза — моносахарид, ізомер глюкози, цінний, легкозасвоюваний цукор. Отримують шляхом ізомеризації глюкози з глюкозного сиропу і розділенні ізомеризованого сиропу на глюкозну і фруктозну фракції у спеціальних іонообмінних колонах. Фруктозу використовують в домашній кулінарії, у виробництві БАДів, у дієтичному та діабетичному харчуванні, у кондитерській, харчовій і фармацевтичній промисловості, у виробництві безалкогольних, слабоалкогольних та алкогольних напоїв.

Найбільшими країнами – виробниками крохмалепродуктів у світі є Китай, Таїланд, країни ЄС (Німеччина, Франція, Данія, Голландія), США, Індонезія, Бразилія, Японія, Індія, В'єтнам та Південна Корея. На їх долю припадає понад 1/3 всього виробництва крохмалепродуктів у світі.

Тривалий час США були світовим лідером з виробництва кукурудзяного крохмалю, проте за останнє десятиріччя значно зросли потужності з переробки кукурудзи на крохмаль і крохмалепродукти у Китаї. У США більш ніж 60 % крохмалепродуктів припадає на глюкозно-фруктозний сироп (ГФС). Популярність ГФС отримав саме завдяки широкому його використанню в США наприкінці 1970-х рр. (як заміник цукру при виготовленні безалкогольних напоїв і харчових продуктів). В цей час в країні вступила в силу нова система квот і тарифів на цукор, що призвело до значного зростання вартості імпортного цукру і змусила компанії шукати більш дешеві заміники цукру. Цією альтернативою і став ГФС, який виготовлявся з кукурудзи (виробництво якої в США є на достатньому рівні).

Структура сировини, що переробляється на крохмаль у Європі, змінилась. Раніше у Європі крохмаль виробляли в основному з картоплі і кукурудзи. Проте протягом останніх десяти років зросло виробництво крохмалю з пшениці. Більшість інвестицій у виробництво крохмалепродуктів у Європі припадає на перероблення пшениці як альтернативи кукурудзяному крохмалю, сировина для якого надходить зі США і є більш вартісною. Пшениця поступово стає базовою сировиною для виробництва крохмалю у Європі завдяки властивостям зерна і сучасним технологіям, що дають можливість отримати в процесі перероблення крім основного продукту цінні вторинні продукти — пшеничну клейковину і висівки.

На сьогодні найбільший сегмент світового ринку натуральних видів крохмалю займає кукурудзяний крохмаль, що пояснюється

високим рівнем крохмалистості даної культури, гарною транспортельністю і збереженістю та можливістю отримувати цінні вторинні продукти – глютен, олію.

В Україні виробництво продуктів переробки крохмалю — крохмальної патоки, глюкозно-фруктозного сиропу, глюкозних і мальтозних сиропів різного вуглеводного складу, глюкози забезпечується двома великими компаніями — ПАТ «Інтеркорн Корн Просессінг Індастрі» і ПАТ «Дніпровський крохмале-патоковий комбінат». З 2015 року ПАТ «Дніпровський крохмалепатоковий комбінат» спеціалізується на виробництві глюкозного сиропу (крохмальної патоки). Глюкозно-фруктозні сиропи (ГФС-10, ГФС-30 і ГФС-42), мальтозні сиропи і глюкозний сироп ІГ-42 (патока крохмальна ферментативного способу гідролізу крохмалю) виробляються компанією ПАТ «Інтеркорн Корн Просессінг Індастрі».

Найбільшими виробниками картопляного крохмалю є ПБП «Вимал» з часткою 59 % у сукупному виробництві, та ЗАТ «Левона» з часткою 13%.

У 2013 р. розпочали роботу два підприємства по переробленню картоплі. Компанія «Укрселко» є торгівельним домом двох потужних, сучасних заводів з виробництва картопляного крохмалю. Підприємства розташовані в Тернопільській області: ВАТ «Товстенківський крохмальний завод» та «Самолусківський крохмальний завод» з часткою 27 %. Сумарна потужність по переробці 1350 т картоплі на добу потенціальний випуск 29 000 т крохмалю картопляного на добу

Загальний рівень виробництва крохмалепродуктів в Україні поступово зростає. Протягом 2015-2017 рр. обсяги виробництва зростили в середньому на 7 % щороку. Особливо швидкими темпами зростають обсяги виробництва глюкозно-фруктозного сиропу (ГФС-42). Через девальвацію української гривні у ці роки вартість української продукції (виражена в дол. США) значно знизилась, тому попит на неї на іноземних ринках почав зростати, що призвело до збільшення обсягів експортних поставок. Основна частина експорту припадає на глюкозний сироп (крохмальну патоку), глюкозно-фруктозний сироп (ГФС-42) і мальтозний сироп (ІМ-55). Ці крохмалепродукти найчастіше серед інших натуральних підсолоджувачів використовуються у харчових продуктах як заміники цукру. Вони становлять найбільшу конкуренцію буряковому цукру.

Найбільші обсяги експорту крохмальної продукції раніше припадали на Росію, але з 2017 р. частка експорту цієї продукції у Росію суттєво знизилась. На сьогодні основними споживачами української продукції крохмале-патокової галузі є Нігерія, Білорусь, Молдова, Болгарія та ін.





Обсяги імпорту крохмалепродуктів поступаються експортним поставкам, що свідчить про високу конкурентоспроможність вітчизняної продукції. Однак протягом останніх років обсяги імпорту значно зросли, що пояснюється збільшенням попиту на цукристі крохмалепродукти через значне зростання цін на цукор і збільшення обсягів виробництва продукції кондитерської галузі і безалкогольних напоїв.



Основні потреби ринку України у крохмалепродуктах (крохмальна патока, глюкозні, глюкозно-фруктозні сиропи) задовольняються за рахунок внутрішнього виробництва. Обсяг імпорту є незначним і складає 5...6 %. Значну частку в структурі імпорту займають поставки глюкози, мальтодекстрину і фруктози, які нині в Україні не виробляються. Найбільшим постачальником крохмалепродуктів в Україну є Китай. Основною причиною зростання імпорту з Китаю є відносно низька вартість продукції. Продукція європейських крохмалепатокових комбінатів через високу ціну є менш конкурентною в Україні.

Продукція крохмале-патокової галузі широко використовується у харчовій промисловості через відносно дешевизну (у порівнянні з цукром). Сьогодні ця продукція широко застосовується у виробництві шоколадних і кондитерських виробів, пива і квасу, фруктових і овочевих соків, безалкогольних напоїв та ін.



Оскільки глюкозні сиропи часто виступають заміниками цукру в харчовій промисловості, тому динаміка цін на цукор суттєво впливає досліджуваний ринок.

У структурі собівартості крохмальної продукції лівова частка припадає на вартість сировини і енергоносії. Витрати сировини на 1 т товарного крохмалю для сучасних технологій становлять у середньому, т: картоплі – 7; кукурудзи – 1,6; жита – 2,5; ячменю – 2,86; пшениці – 2,3; гороху – 2,5. Виробничі витрати максимальні при виробництві крохмалю з картоплі та мінімальні при переробленні кукурудзи



До найбільш суттєвих зовнішніх чинників, які впливають на ціну, відноситься попит на продукцію (який залежить від обсягів виробництва галузей основних споживачів глюкозних сиропів: шоколадна і кондитерська, виробництво соків і напоїв та інші).

Іншими факторами, що впливають на ціну є бажаний рівень рентабельності виробництва і політика просування продукції

До перспективних напрямків розвитку крохмале-патокового виробництва можна віднести:

➤ розроблення технологій перероблення альтернативних видів крохмалевмісної сировини, перспективною для України є пшениця;



- комплексне перероблення сировини та товарне виробництво цінних побічних продуктів;
- створення систем управління якістю та атестація підприємств у відповідності з вимогами міжнародних стандартів;
- нарощування виробництва модифікованого крохмалю, великий попит є на мальтодекстрин;
- розширення асортименту глюкозних сиропів та їх застосування у різних галузях харчової промисловості.

Сучасна схема очищення дифузійного соку



Петриченко І.Б.¹ – канд. техн., доц.

Резніченко Ю.М.¹ – канд. техн., доц.

Скорик Костянтин Дмитрович² – канд. техн. наук, проф.

Хомічак А.М.³ – д-р техн. наук, проф.

Сучасний цукровий завод характеризується складністю і різноманітністю хіміко-технологічних процесів та їх апаратурного оформлення. В умовах ринкових відносин для цукрових заводів, головним засобом підвищення ефективності виробництва є, перш за все, інтенсифікація та оптимізація технологічних процесів виробництва, щоб отримати високі показники по вилученню сахарози із бурякової стружки (коефіцієнти заводу та виробництва) при раціональній витраті палива, вапна та інших матеріалів. Досягти випуску цукру високої якості з високим виходом можливо лише на основі впровадження на заводі сучасних прогресивних технологічних процесів, ефективного апаратурного оформлення цих процесів, їх інтенсифікації при оперативному визначенні та підтриманні оптимальних технологічних параметрів обробки напівпродуктів на верстаті цукрового заводу. Інтенсифікація технологічного процесу - це підвищення його ефективності за рахунок: збільшення швидкості та продуктивності, скорочення тривалості, створення інтенсивного апаратурного оформлення зменшених габаритів або удосконалення існуючого, скорочення витрат сировини, допоміжних матеріалів, енергоресурсів, поліпшення якості напівпродуктів і готового продукту до рівня показників світових стандартів тощо. Виходячи із структури комплексу інтенсифікації технологічних процесів, проаналізуємо рівень ефективності в сучасній типовій схемі технологічних процесів очищення дифузійного соку та їх



¹ Національний університет харчових технологій

² ПДО НУХТ, м. Київ, Україна

³ Інститут продовольчих ресурсів НАНУ

апаратного оформлення і сформулюємо заходи по їх інтенсифікації за відповідними складовими.

Враховуючи те, що в найближчому майбутньому немає підстав чекати на достатнє фінансове забезпечення цукрових заводів, залишається єдиний вихід - організувати таким чином технологічний процес, щоб при переробленні буряків різної якості отримувати максимально можливий вихід цукру стандартних кондицій. Стратегічним напрямком є впровадження технологічних розробок, спрямованих на підвищення виходу цукру та його якості шляхом досягнення максимальних локальних ефектів та загального ефекту видалення нецукрів при одержанні термостійких соків з задовольняючими виробництво седиментаційно-фільтраційними показниками осаду соку і зниженими витратами вапна.

Однією з найважливіших ділянок схеми очищення дифузійного соку є прогресивна переддефекація, для якої головним критерієм ефективності проведення процесу вважається ступінь коагуляції і осадження високомолекулярних сполук. Але визначальним чинником правильного ведення процесу переддефекації, слід вважати формування стійкого до пептизації в умовах основної дефекації структури осаду і досягнення задовольняючих виробництво фільтраційно-седиментаційних властивостей осаду соку І сатурації. Для укрупнення частинок осаду соку переддефекації застосовується рециркуляція (повернення) нефільтрованого соку І сатурації або його суспензії. Тверді частинки повернень стають центрами коагуляції нецукрів. Відносно величини рН зони введення повернень немає єдиної думки. Одні автори вважають, що при переробці буряків низької якості, повернення слід направляти в зону з рН 8...9. Згідно з даними УкрНДІЦП, залежно від чистоти дифузійного соку, значення рН для введення повернень може змінюватися від 8 до 10,2.

З точки зору техніко-економічних показників практика показала, що необхідно повертати на попередню дефекацію суспензію соку І сатурації, при відповідному якісному дозуванні. Це дозволяє зменшити витрату вапна на очищення соку і пари на підігрівання соку перед основною дефекацією. Доцільним також є підігрівання дифузійного соку тупельною парою і конденсатом. Звичайно цей тепло-технічний прийом дещо суперечить класичній технології: підвищується температура соку попередньої і холодної дефекації, яка перетворилась в теплу.

Для ефективного проведення процесу основної дефекації на даний момент застосовуються секціоновані апарати холодного і гарячого ступеня основної дефекації. "Холодний" (теплий) ступінь основної дефекації пропонується проводити в апаратах секційного типу з перемішуючим пристроєм, але не з метою підтримання за-



даної тривалості перебування соку в апараті, а з метою стабілізації витрати соку на подальші етапи очищення. Розробка і модернізація апаратурного оформлення дозволяє проводити процес в оптимальному режимі. Оптимальна експлуатація запропонованих апаратів передбачає установку перед ними статичного змішувача соку попередньої дефекації і вапняного молока, основним перемішуючим елементом якого є насадки типу КРiМЗ. Використання змішувача забезпечує рівномірну обробку соку вапняним молоком і оперативний контроль витрати вапняного молока на основну дефекацію. Особливо необхідно впроваджувати змішувач при експлуатації апаратів тип Ш1-ПДХ, в яких повністю відсутня організована структура потоків. Розроблений нами двохсекційний, безприводний апарат гарячої ступені основної дефекації сприяє проведенню процесу в оптимальному режимі, плавному регулюванню тривалості перебування соку залежно від якості дифузійного соку і необхідної продуктивності заводу.

Важливе місце в технологічному процесі займає I сатурація. Від правильності її проведення залежить загальний ефект адсорбційного очищення соку, швидкість фільтрування осаду соку і витрата вапняного молока на виробництво. Ефективність проведення I сатурації значною мірою залежить від її апаратурного оформлення. Теоретичними дослідженнями і практичною роботою цукрових заводів встановлено, що найбільш ефективним способом являється проведення двоступінчатого процесу I сатурації в окремих апаратах з виконанням першого ступеня (I А) в прямоточному режимі, а другого (I Б) - в прямоточно-рециркуляційному режимі. Направлення суспензії соку II сатурації в IА апарат дозволяє її активувати і максимально повно використати адсорбційний ефект на карбонаті кальцію.

Практика показала, що така модернізація підвищує загальний ефект очищення соку на 1,4...1,8 %, сатураційний сік стабільно має високі седиментаційні ($S_2 = 5,6$ см/хв) і фільтраційні ($F_k = 1,5.2,6$) властивості, загальний ступінь використання діоксиду вуглецю підвищується на 12-15% і значно спрощується управління процесом.

Мета II дефекосатурації - завершення розкладання РВ, додаткове адсорбційне очищення соку і зниження в ньому розчинних солей кальцію. Для підвищення ефективності II дефекосатурації нами розроблений новий спосіб її проведення, згідно з яким фільтрований сік I сатурації, змішаний з вапняним молоком у кількості 0,25...0,35% СаО до маси соку і підігрітий до 93...95°C, подається не в дефекатор перед II сатурацією, а на форсунки, розташовані у верхній частині апарату II сатурації. За рахунок контакту високо-лужного соку з відпрацьованим сатураційним газом відбувається

часткова карбонізація гідроксиду кальцію (приблизно 18...22 %). Після цього, за допомогою спеціального пристрою, частково карбонізований сік збирається у верхній частині апарату і самопливно подається у нижню частину дефекатора.

При необхідності додатково додається до цього соку 0,1% CaO і забезпечується тривалість II дефекації не менше 3 хвилин для максимально можливого розкладання РР і амідів. З дефекатора сік подається в карбоні затор, розташований в нижній частині апарату II сатурації, обладнаного внутрішньою циркуляційною трубою і променевим барботером, де обробляється свіжим сатураційним газом до оптимальної лужності. Тобто процес II сатурації проводиться в дві стадії. Це сприяє підвищенню ступеню використання використання CO₂ до 82...85 %, збільшенню чистоти соку II сатурації на 0,2...0,3%, а також зниженню колірності очищеного соку на 8...12%. Останнє досягається тим, що утворені на дефекації перед II сатурацією продукти розкладання РР і амідів, адсорбуються на присутніх в розчині високоактивних частинках CaCO₃, утворених при розпилюванні соку у верхній частині апарату II сатурації (перша стадія).

Завдяки високому ступеню дисперсності карбонату кальцію і його активації гідроксидом кальцію в дефекаторі перед II сатурацією, збільшується електрокінетичний потенціал частинок осаду, що сприяє активній адсорбції новоутворених в процесі дефекації меланоїдинів, солей кальцію і їх "екрануванню" карбонатом кальцію на другій стадії.

Якщо говорити про технологічні аспекти відділення сатураційних опадів, то на ефективну роботу будь-якого фільтраційного устаткування, впливають три основні чинники: фізико-хімічні властивості структури фільтраційного осаду, "загоряння" тканини, що фільтрує, і різниця тисків. Основна складова опадів, які відкладаються на тканині фільтрів I і II сатурації, це частинки CaCO₃. Із-за різного складу нецукрів, в заводських соках, карбонат кальцію утворює пересичені розчини, з яких він викристалізовується на фільтрувальних тканинах. Найефективнішим способом зняття пересичення є правильне проведення переддефекації, організація рециркуляційних контурів в сатураторах і застосування відстійників-дозрівачів соку II сатурації. Використання відстійників-дозрівачів соку II сатурації дозволяє економити витрати на фільтрувальну тканину, зменшує на 18...25% вміст залишкових солей кальцію.

Крім того, без додаткової автоматизації можна організувати стабільний потік суспензії соку II сатурації на апарат IA сатурації. Розроблені нами конструкції відстійників-дозрівачів соку II сатурації, успішно експлуатуються на цукрових заводах України.



Втрати цукрози від розкладання в процесі екстрагування та заходи дезінфекції при переробленні буряків різної технологічної якості

Гусятинська Н.А.¹ – *д-р техн. наук, проф.*

Нечипор Т.М.¹ – *асп.*

Актуальність проблеми пов'язана перш за все з питаннями:

- обліку та зменшення втрат цукрози внаслідок розкладання в процесі екстрагування;
- забезпечення високої якості цукру;
- ефективності застосування дезінфектантів при переробленні буряків різної технологічної якості [1].

Розкладання цукрози під час екстрагування відбувається як наслідок дії трьох чинників, а саме:

- ферменту клітинної інвертази;
- кислотного каталізу;
- біохімічних реакцій метаболізму мікроорганізмів.

Дія клітинної інвертази, що міститься в буряковому соку, виявляється на початковому етапі теплового оброблення бурякової стружки за температури нижче 60 °C. Вважається, що втрати, зумовлені ферментативним розкладанням сахарози становлять порядку 0,05 % до маси буряків. У разі застосування коагулянтів, зокрема сульфату чи основного сульфату алюмінію, ці втрати значно зменшуються, оскільки дія ферменту інгібується.

Питанню розкладання сахарози внаслідок інверсії присвячено ряд досліджень. Згідно висновків А.Р. Сапронова та С.Є.Харіна [2], розкладання сахарози відбувається внаслідок автокаталітичної та консекутивних реакцій. Внаслідок розкладання глюкози та фруктози до органічних кислот концентрація водневих іонів збільшується, що прискорює процес гідролізу сахарози.

На перебіг автокаталітичної реакції впливає температура та рН₂₀ середовища. Нами були проведені дослідження, метою яких було визначення впливу рН та температури на накопичення редукувальних речовин під час термостатування дифузійного соку протягом 90 хв. Так, на рис.1 наведено узагальнені залежності приросту вмісту редукувальних речовин в соку (% до початкового вмісту) від рН₂₀ за температури 60-80 °C та тривалості 90 хв.



¹ Національний університет харчових технологій

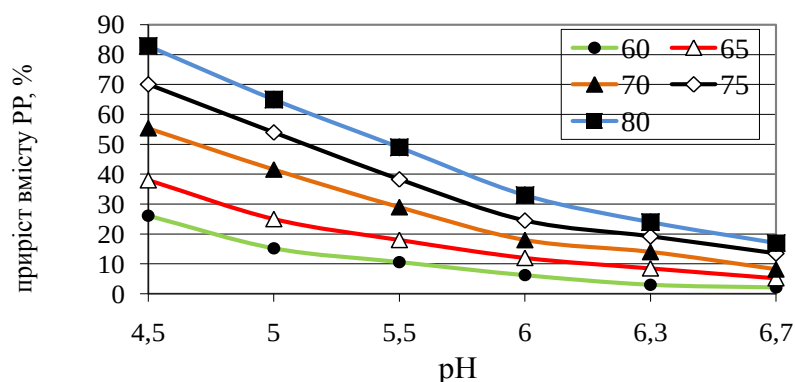


Рис. 1. Залежність приросту вмісту редукувальних речовин (% до початкового вмісту) від pH_{20} середовища за температури 60-80 °C та тривалості 90 хв.

Таким чином, у разі зниження pH_{20} дифузійного соку до величини 4,5-5,0 вміст редукувальних речовин у дифузійному соку за 90 хв. при середній температурі екстрагування 70 °C збільшується на 40-55 % порівняно до вихідного вмісту редукувальних речовин. При pH_{20} процесу екстрагування в межах 5,5-6,3 приріст вмісту редукувальних речовин складає 16-25 %.

Зниження рН дифузійного соку може бути наслідком:

- перероблення буряків погіршеної якості внаслідок ураження кагатною гниллю та слизистим бактеріозом;
- інтенсивного розвитку мікробіологічних процесів.

Отже, у разі перероблення буряків низької якості, що мають pH_{20} клітинного соку 4,8-5,2, величина втрат цукрози від розкладання до редукувальних речовин внаслідок тільки кислотного каталізу під час екстрагування в 2-3 рази перевищує аналогічний показник при переробленні кондиційних буряків.

Якщо нормативні втрати внаслідок розкладання від кислотного каталізу при екстрагуванні цукрози з бурякової стружки приймаються порядку 0,05 %, то відповідно за переробки буряків погіршеної якості ця величина збільшується щонайменше до 0,1-0,15 %.

На думку багатьох дослідників на величину втрат цукрози внаслідок розкладання найбільш впливає перебіг метаболічних процесів життєдіяльності мікроорганізмів. Серед особливостей мікробіологічних процесів слід виділити розкладання цукрози з утворенням різних хімічних сполук, які в подальшому негативно впливають на технологічний процес виробництва цукру. Зокрема, до них відносяться органічні кислоти (молочна, оцтова, мурашина та ін.), полісахариди (декстран, леван), альдегіди, спирти, нітроти, амінокислоти, леткі сполуки [3].



Оскільки, результатом життєдіяльності більшості мікроорганізмів у цукровому виробництві є органічні кислоти, то зниження рН продуктів в першу чергу розглядають з точки зору інтенсивного розвитку мікробіологічних процесів.

Зокрема, нами проведені дослідження щодо встановлення залежності рН дифузійного соку від температури та характеру контамінуючої мікрофлори (рис.2).

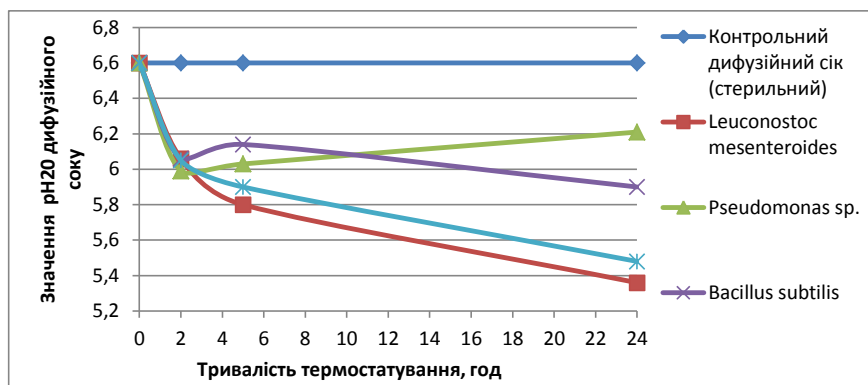


Рис. 2. Залежність значення рН дифузійного соку від тривалості термостатування чистих культур мікроорганізмів

Аналіз графічних залежностей підтвердив зниження рН у разі розвитку мікробіологічних процесів за участю розглянутих видів мікроорганізмів. Поряд з цим необхідно зазначити, що інтенсивність накопичення кислот і відповідно зниження значення рН, відрізнялася залежно від виду контамінанту. Так, у разі метаболізму *L. mesenteroides* значення рН знизилось за 24 год з 6,6 до 5,36. Таким чином, характер видової мікрофлори впливає на ступінь розкладання цукрози до органічних кислот.



Нами проведено ряд досліджень з метою аналізу накопичення продуктів метаболізму у дифузійному соку. Динаміка накопичення молочної кислоти та нітритів у взаємозв'язку зі зміною титру клітин досліджуваної тест-культури в пробах дифузійного соку наведено на рис. 3.



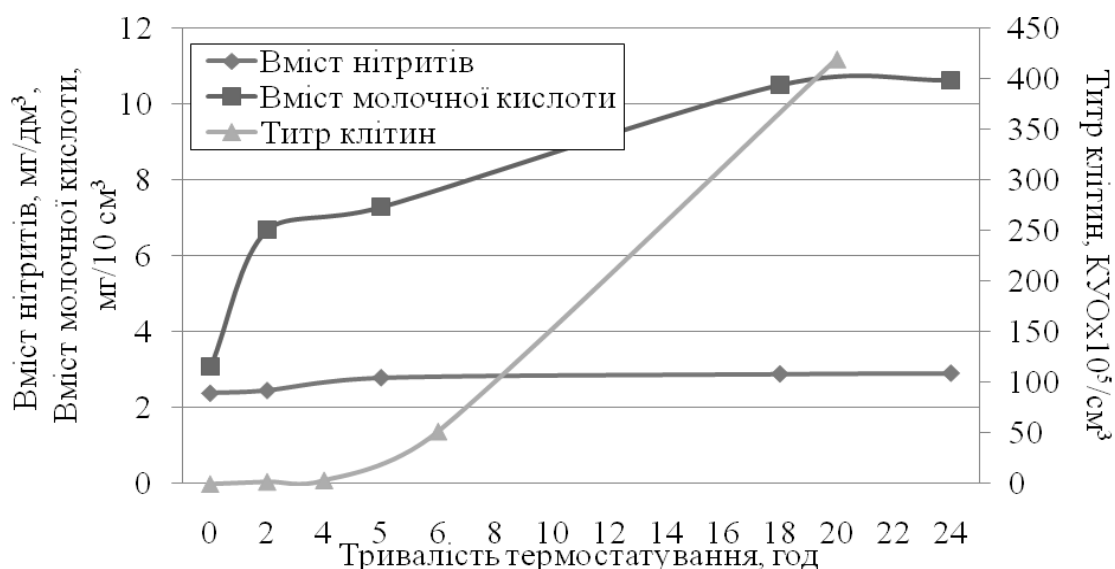


Рис. 3. Приріст молочної кислоти та нітритів при розвитку бактерій роду *L. mesenteroides*

Проте молочна кислота є вторинним метаболітом. Оскільки у разі розвитку у дифузійному соку бактерій роду *Leuconostoc* з продуктів інвертування цукрози утворюється полісахарид декстран. Тому при аналізі втрат цукрози від розкладання необхідно враховувати динаміку накопичення декстрану у соку.

Згідно проведених досліджень, можна зробити висновок, що

- характер мікрофлори значною мірою визначає ступінь розкладання цукрози та хімізм процесів;
- визначення втрат цукрози, як прийнято, тільки за вмістом молочної кислоти є неповним і може з високою вірогідністю застосовуватися тільки за технологічно стабільних умов перебігу процесу екстрагування (тобто за умови переробки кондиційних цукрових буряків та дотримання режиму мікробіологічної забрудненості соку у дифузійному апараті).

За останні 15-20 років на ринку дезінфікуючих засобів, що рекомендовано для застосування у цукровій галузі з'явилося біля 10-15 хімічних сполук, які варіюються в різних комбінаціях, концентраціях, і відповідно випускаються під різними торговими марками як вітчизняними, так і зарубіжними виробниками. Необхідно зазначити, що в цілому сучасні дезінфектанти

Зокрема, нами було досліджено [3] та вперше розроблено галузеві інструкції щодо застосування засобів у цукровій галузі: на основі дихлорізоціанурової кислоти (Жавель-Клейд, Санітарін), засобу Нобак-фермент, засобу на основі ПГМГХ (Біодез). Протягом 2016-2018 рр. було досліджено та розроблено інструкції на наступні дезінфікуючі засоби: на основі полігексаметиленбігуанідин гідрохлориду – «Antykam® CID-LEUCO 20», «ХСГ дез 2»; четвертинних амонієвих сполук – «ХСГ дез 3»; натрієвої солі дихлорізоціанурової

кислоти – «ХСГ дез 4»; надощтової кислоти та пероксиду водню – «ХСГ дез 5»; диметилдитіокарбамату натрію – «НІМЕХ DDC» та ін.



1. Гусятинська Н. А. Актуальні питання мікробіологічного контролю у виробництві цукру / Н. А. Гусятинська // Цукор України. – 2014. – № 6-7 (102). – С. 21–32.

2. Сапронов А.Р. Консекутивная реакция разложения сахарозы в присутствии несахаров / А.Р. Сапронов, С.Е. Харин // Сахарная промышленность. – 1968. – №3. – С.26-30.

3. Gusyatynska N. Inhibition of microbiological processes in sucrose extraction / Natalia Gusyatynska, Tetyana Nechypor // Ukrainian Food Journal. - 2017. Volume 6. Issue 3. – p. 504-513.



Підвищення якості та виходу цукру шляхом адсорбційного очищення сиропу в сучасній технологічній схемі

Рева Леонід Павлович¹ – *д-р техн., проф.*

Виговський Валерій Юрійович¹ – *канд. техн., проф.*

Вступ. На сьогодні в цукровій промисловості України суттєвими технологічними недоліками є: 1) перероблення цукрових буряків погіршеної якості, внаслідок чого знижується якість дифузійного соку, в результаті чого отримуємо термічно нестійкі соки, із яких в умовах високих температур випарної установки одержуються також термічно нестійкі сиропи з високим вмістом солей кальцію і забарвленістю, низькими величинами рН, суттєвим приростом вмісту інвертного цукру з гідролітичним розкладанням цукрози і, як наслідок, зростають втрати цукрози у мелясі при зниженні якості і виходу цукру-піску;

2) основні технологічні процеси реалізуються не з поступовою зміною режимних параметрів (для досягнення максимальної ефективності), що забезпечувалось раніше у періодично діючих реакторах;

3) після оптимально проведеної прогресивної протитечійної перед defeкації дифузійного соку з максимальним осадженням ВМС і аніонів кислот у формі солей кальцію в сучасній технологічній схемі має місце так звана комбінована тепло-гаряча defeкація із інтенсивною гарячою стадією (з вмістом розчиненого вапна ~0,5% СаО і температурою 90°C), в результаті чого осаджений перед цим передdefeкаційний осад нецукрів має можливість знову розчиня-



¹ *Кафедра технології цукру і підготовки води, НУХТ*

тись і деструктуватись: коагуляти білків до поліпептидів, пептидів і амінокислот, а пектинів до галактуранової кислоти і перетворюватись в розчинні кальцієві солі. Ось чому в типовій схемі після оптимальної переддефекації необхідно обов'язково відокремлювати осад до основної дефекації;

4) отримання сиропу з низькою термостійкістю внаслідок перероблення буряків низької і середньої якості), тому необхідно проводити додаткове очищення сиропу, не збільшуючи при цьому загальні витрати вапна.

Тому, для підвищення якості виробленого цукру до рівня європейських стандартів, необхідно, по-перше, кардинально удосконалювати технологічні процеси очищення дифузійного соку і, по-друге, розробляти ефективні технології адсорбційного очищення сиропу.

Матеріали і методи. Для удосконалення сучасної технологічної схеми рекомендується впровадження ефективного методу відокремлення перед дефекаційного осаду до основної дефекації і підвищення ступеня адсорбційного очищення сиропу методом його дефекосатурації, що надає можливість значно підвищити чистоту сиропу і відповідно збільшити вихід цукру.

Результати. На першому етапі дослідження були зроблені спроби удосконалення процесів звичайної схеми очищення дифузійного соку (від переддефекованого до очищеного соку і сиропу) за трьома варіантами з однаковими витратами вапна: 1) звичайна схема з дачею вапна тільки на основну дефекацію перед I сатурацією; 2) ця ж схема з перерозподілом вапна на основну дефекацію та дефекацію перед II сатурацією; 3) удосконалена звичайна схема з двома дефекаціями та відокремленням перед дефекаційного осаду до основної дефекації.

На основі значного цифрового масиву якісних показників соків, очищуваних за трьома варіантами схеми (табл.1), можна зробити такі висновки:

При однакових загальних витратах вапна дробна дача вапна на дві дефекації (перед I і II сатураціями) не виправдала надії – оскільки підвищення чистоти соку II сатурації склало лише 0,25%, а загального ефекту очищення – 3%;

Реалізація ж відокремлення переддефекаційного осаду в схемі з двома дефекаціями надала можливість підвищити чистоту соку II сатурації на 1,1 % і загальний ефект очистки на 8,4 %;

Таким чином, підвищення якості соку II сатурації в результаті відокремлення переддефекаційного осаду до основної дефекації являється важливим засобом удосконалення технології вапняно-вуглекислотного очищення соку і сприяє підвищенню чистоти сиропу на 1,0% та відповідно виходу цукру більше 0,3% до маси буряків.

У табл.2 наведенні якісні показники соку II сатурації з від'ємною теоретичною натуральною лужністю (ТНЛ) -0,017%СаО, який за американським методом відсатуровувався до мінімального залишкового вмісту розчинних солей кальцію з рНкін =8,7, а після цього вводили перед відстійником - дозрівачем дуже ефективний луг MgO до рН~9,4. В результаті показники очищеного соку і сиропу виявились кращими у порівнянні з даними табл.1 (із Езаг = 36,9%), а ТНЛ покращилась до -0,003% СаО.

Таблиця 1.

Порівняльні дослідження ефективності очищення дифузійного соку за звичайною схемою (I і II вар.) і удосконаленою (III вар) із відокремленням переддефекаційного соку до основної дефекації.

Технологічні показники	I варіант	II варіант	III варіант
1	2	3	4
Дифузійний сік			
рН	7,10	7,00	7,11
Вміст білків, % до м.с.	0,660	0,670	0,677
Вміст редукувальних речовин	0,170	0,166	0,173
Чистота, %	87,05	86,95	87,08
Сік прогресивної попередньої дефекації			
рН	11,60	11,57	11,61
Лужність ф.с по ф/ф % СаО	0,159	0,158	0,161
Лужність неф.с по ф/ф % СаО	0,194	0,191	0,195
Вміст білків, % до м.с.	0,330	0,335	0,337
Вміст аніонів кислот, % СаО до м. СР	0,360	0,355	0,368
Забарвленість, од. ICUMSA	510	526	505
S5, см/хв.	2,10	2,06	2,11
W, мл/хв.	27,1	27,0	27,2
Чистота, %	88,40	88,30	88,41
Сік теплового ступеня комбінованої основної дефекації			
Лужність ф.с по ф/ф % СаО	0,480	0,460	0,458
Лужність неф.с по ф/ф % СаО	1,30	0,815	0,800
Забарвленість, од. ICUMSA	550	535	526
Сік гарячого ступеня комбінованої основної дефекації			
Лужність ф.с по ф/ф % СаО	0,470	0,450	0,424
Вміст білків, % до м.с.	0,484	0,436	0,389
Вміст аніонів кислот, % СаО до м. СР	0,812	0,660	0,447
Забарвленість, од. ICUMSA	1050	855	720
Чистота, %	87,35	87,65	88,00

1	2	3	4
Сік I сатурації			
pH	11,15	11,19	11,12
Лужність ф.с по ф/ф % СаО	0,097	0,098	0,094
Вміст білків, % до м.с.	0,220	0,240	0,168
Вміст аніонів кислот, % СаО до м. СР	0,366	0,431	0,280
Забарвленість, од. ICUMSA	416	513	328
S5, см/хв	4,00	3,95	3,44
W, мл/хв.	46,9	46,8	50,3
Чистота, %	89,40	89,00	89,90
Сік дефекації перед II сатурацією			
Лужність ф.с по ф/ф % СаО	-	0,340	0,315
Лужність неф.с по ф/ф % СаО	-	0,597	0,572
Вміст аніонів кислот, % СаО до м. СР	-	0,502	0,390
Сік II сатурації			
pH	9,20	9,18	9,22
Лужність ф.с по ф/ф % СаО	0,021	0,019	0,021
Солі кальцію, % СаО до м. СР	0,290	0,234	0,192
Забарвленість, од. ICUMSA	368	309	230
Вміст редуруючих речовин, %	0,030	0,027	0,024
Чистота, %	89,90	90,15	91,22
Загальний ефект очищення, %	23,5	26,7	35,1
Натуральна лужність, % СаО	-0,015	-0,009	-0,006
Сироп			
pH	8,7	8,68	8,71
Солі кальцію, % СаО до м. СР	0,286	0,235	0,190
Забарвленість, од. ICUMSA	902	756	591
Чистота, %	89,80	90,10	91,10

Таблиця 2.

Результати очищення дифузійного соку (pH=6,75, Ч=86,4%, Б=0,7%, РР = 0,154%) у двох варіантах проведення типової схеми (2 та 3) з додаванням MgO до соку II сатурації.

Технологічні показники	Без обробки MgO	З обробкою MgO	З обробкою MgO
1	2	3	4
Сік II сатурації			
pH	8,70	9,40	9,40
Лужність ф.с. по ф/ф % СаО	0,010	0,028	0,026
Солі кальцію, % СаО до м. СР	0,282	0,204	0,170
Забарвленість, од. ICUMSA	430	338	204

Продовження таблиці 2.

1	2	3	4
Вміст редукуючих речовин, %	0,020	0,019	0,009
Чистота, %	89,45	90,3	91,4
Загальний ефект очищення, %	24,8	29,9	36,9
Натуральна лужність, % СаО	-0,017	-0,007	-0,003
Сироп			
pH	8,3	9,01	9,00
Солі кальцію, % СаО до м. СР	0,164	0,278	0,200
Забарвленість, од. ICUMSA	637	491	302
Чистота, %	89,40	90,2	91,35



В наступному досліді було оброблено сік II сатурації природним мінеральним сорбентом-клиноптилолітом. І з табл.3 видно, що обробка соку цим ПМС сприяла зниженню вмісту солей кальцію (з покращенням ТНА до величини – 0,002% СаО) і підвищенню якісних показників очищеного соку і сиропу, при цьому загальний ефект очищення соку вже досягнув 42% (що за критерієм професора Вукова відноситься до дуже хорошого ефекту очищення соку).

В подальших дослідженнях була вже поставлена задача додаткового очищення самого сиропу (що не передбачено, на жаль, сучасною технологічною схемою) з метою як підвищення якості (сиропу), так і одержаного із нього товарного цукру.

Враховуючи те, що процес дефекосатурації лужних цукрових розчинів являється рідним для цукрового заводу, а утворений інтенсивний сорбент – СаСО₃ значно дешевший за інші використанні до цього сорбенти, були проведені також досліді по оцінці ефективності адсорбційного очищення дефекосатурацією сиропу (з оптимальними витратами 0,4% СаО до маси сиропу і кінцевою оптимальною величиною pH сатурації ~8,8 од.)



Таблиця 3.

Результати очищення дифузійного соку (pH=7,09, Ч=87,55%, Б=0,59% до маси соку, РР = 0,13%) у двох варіантах проведення типової схеми (2 та 3) з додаванням до соку II сатурації клиноптилоліту.

Технологічні показники	Без оброб. клинопт.	З оброб. клинопт.	Без оброб. клинопт.	З оброб. клинопт.
1	2	3	4	5
II сатурація				
pH	9,15	9,05	9,12	9,04
Лужність ф.с. по ф/ф % СаО	0,017	0,014	0,016	0,013
Солі кальцію, % СаО до м. СР	0,260	0,200	0,210	0,158
Забарвленість, од. ICUMSA	293	260	160	128



1	2	3	4	5
Вміст редукуючих речовин, %	0,0190	0,0190	0,0100	0,0095
Чистота, %	90,60	91,20	91,80	92,30
Загальний ефект очищення, %	26,8	32,4	37,8	42,0
Натуральна лужність, % СаО	-0,013	-0,005	-0,008	-0,002
Сироп				
pH	8,72	8,75	8,70	8,78
Солі кальцію, % СаО до м. СР	0,257	0,196	0,204	0,153
Забарвленість, од. ICUMSA	509	456	332	290
Чистота, %	90,60	91,20	91,80	92,30

З точки зору доцільності вибору процесу defeкоcатyрації cиpopy найбiльш цiкавим виявилиcь пpедcтавлeнi в таблицi 5 результати cерiї дocлiдiв по defeкоcатyрацiйному очищенню як cиpopy з СР=63,2%, так i його водних розчинiв iз СР: 50,40,30,20 i 10%, але з однаковими витратами вапна у вiдсотках до маси нецукрiв (7,2%). Якщо ж вважати, що водний розчин cиpopy з СР = 10% пpактично вiдповiдає параметрам соку II cатyрації по СР, то виявилось, що при його адcорбцiйному очищеннi видаляється пpиблизно у чотири рази менше нецукрiв (у % до маси СР) у порiвняннi з адcорбцiйним очищенням нерозбавленого cиpopy.

При цьому загальний cтyпiнь defeкоcатyрацiйного видалення нецукрiв значно зменшується при поступовому зниженню вмісту сухих речовин у cистемi вiд cиpopy до 10% СР. Навiть при defeкоcатyрацiйному очищеннi розчину cиpopy iз СР=10% i з високими витратами вапна, як для нерозбавленого cиpopy – 0,4% СаО до маси розчину (тобто у 6 разiв бiльше до маси нецукрiв) результативнiсть очищення виявилась дуже малою. Тому, для пiдвищення ефективностi defeкоcатyрацiйного очищення необхідно витрачати вапно 0,4 – 0,5% СаО не на defeкацію соку з наcтyпною II cатyрацією (таб.1), а безпосередньо на defeкоcатyрацію cиpopy.

Таблиця 4.
Показники видалення основних груп нецукрів в залежності від вмісту сухих речовин сиропу.

Сироп до очищення	CP, %	Цк, %	Нц, %	Витрати вапна % СаО до маси р-ну сиропу, %		Чистота, %		НЦк % до м. СР		Ступінь видалення НЦк, %		Зола % до м. СР		Ступінь видалення золи, %		Соли Са ²⁺ % СаО до м. СР		Ступінь видалення аніонів, %		Забарвлення од ICUMSA		Ступінь видалення забарв- леності, %
				До	Після	До	Після	До	Після	До	Після	До	Після	До	Після	До	Після					
	63,2	57,65	5,56	0,4	91,20	92,54	8,800	7,46	15,22	1,96	1,28	34,7	0,302	0,191	36,75	1153,98	720,55	37,56				
	50,1	45,7	4,41	0,32	91,20	92,28	8,800	7,72	12,27	2,00	1,38	31,0	0,297	0,194	34,7	1158,33	791,00	31,74				
	39,8	36,3	3,5	0,25	91,20	92,06	8,800	7,94	9,77	2,08	1,50	27,88	0,299	0,207	30,77	1162,18	839,26	27,8				
	30,0	27,35	2,64	0,19	91,20	91,71	8,800	8,28	5,9	2,06	1,56	24,27	0,300	0,218	27,33	1166,23	891,71	23,54				
	20,0	18,25	1,77	0,12	91,18	91,60	8,820	8,4	4,76	2,08	1,62	22,11	0,295	0,223	24,4	1157,48	920,83	20,44				
	9,98	9,10	0,88	0,06	91,18	91,53	8,820	8,47	3,97	2,02	1,65	18,32	0,301	0,239	20,6	1149,54	939,64	18,26				
	9,98	9,10	0,88	0,4	91,18	91,60	8,820	8,4	4,76	2,05	1,60	21,95	0,301	0,220	26,9	1149,54	918,52	20,1				



Висновки:

1) Сучасна технологічна схема очищення дифузійного соку не забезпечує максимального ступеня видалення нецукрів з одержанням високоякісних сиропів, із яких можна завжди виробляти білий цукор міжнародних кондицій. Тому треба кардинально удосконалювати технологічні процеси очищення дифузійного соку та розробляти ефективні способи і реагенти для адсорбційного очищення сиропу.

2) Найбільш ефективним варіантом удосконалення існуючої схеми очищення дифузійного соку можна вважати відокремлення переддефекаційного осаду до жорстких умов комбінованої тепло-гарячої дефекації для запобігання явищам розчинення і деструкції коагулятів ВМС, які спричиняють значне погіршення якості соків та сиропу.

3) Експериментальні результати однозначно свідчать про те, що відносно високий ступінь видалення загальних нецукрів можна отримати якраз при дефекосатураційному очищенні сиропу, тому що, при поступовому зниженні вмісту сухих речовин сиропу від 60 до 10% ступінь видалення нецукрів виявився у декілька разів меншим, ніж для нерозбавленого сиропу. Це характеризує високу ефективність дефекосатураційного очищення сиропу з витратами вапна 0,4...0,5% CaO замість дефекосатураційного очищення соку на II сатурації (з СР~10...15%), де витрачене вапно практично не супроводжується адсорбційним очищенням соку.

4) В результаті виконання досліджень рекомендується впровадити в існуючу технологічну схему комплексний спосіб дефекосатураційного очищення сиропу з раціональними витратами вапна 0,4...0,5%CaO, що надає можливість значно підвищити чистоту сиропу (на 1,2%) і відповідно збільшити вихід цукру (на 0,4% до маси буряків).

Поляриметрия в анализе сахара, современные методы и оборудование



Куянов Владимир¹
Скорик Константин¹
Коваленко Олег²
Коваленко Наталия²
Арнаут Владимир²

Введение. Поляриметрия представляет собой научный метод исследования веществ, основанный на измерении оптической активности органических и неорганических соединений. Оптическая активность вызывает вращение плоскости поляризованного света, а вещества, обладающие данным свойством, называются оптически активными.

Сахарная промышленность является основной отраслью, где используются поляриметры: благодаря этому за ними закрепилось ещё одно название — «сахариметры».

Мировые лидеры производства поляриметров и их современные приборы (сахариметры)

Компания ATAGO производит большое количество поляриметров, которые могут быть использованы в различных отраслях промышленности.

Полуавтоматический поляриметр POLAX-2L является хорошим решением для тех, кто предпочитает более бюджетные и традиционные модели. Несмотря на относительно скромные технические характеристики, данный прибор позволяет получить качественные результаты с низкими погрешностями.

Для сахарной промышленности компания ATAGO предлагает две модели автоматических поляриметров-сахариметров: первая – AP-300, ветеран на рынке автоматических поляриметров, который зарекомендовал себя как крайне надёжный прибор по невысокой цене. Является одним из самых часто используемых поляриметров на сахарных заводах в СНГ. Вторая – Sac-i – новый поляриметр, в который были заложены отзывы и предложения пользователей AP-300 на сахарном производстве. Он позволяет получать более точные результаты и работать в более сложных условиях, а специальная модификация даёт возможность измерять даже самые тёмные образцы.

Последний вариант – это новинка компании ATAGO, которая не имеет аналогов в мире. Рефрактополяриметр RePo-1 – портативный рефрактометр и поляриметр в одном корпусе. Данный при-



¹ *Институт последипломного образования НУПТ*

² *ООО «Вента Лаб Фуд»*



бор предназначен для оперативных второстепенных измерений и будет очень удобен, когда необходимо измерить как угол вращения, так и показатель преломления.

Выводы:

Исторически сложилось, что сахарная промышленность является основной отраслью, где используются поляриметры. Именно поэтому для получения точно результата при анализе важно использовать качественное оборудование мировых брендов. Современные приборы для химико-технического контроля сахарного производства создают предпосылки для обеспечения высокого качества белого сахара и снижения потерь при переработке сахарной свеклы различного качества.



Час перебування розчину у випарній установці.

Штангеев Костянтин Остапович¹

Час перебування розчину в випарній установці є однією з важливих характеристик її роботи, який впливає на технологічні показники. Збільшення часу перебування поряд з підвищенням температури кипіння призводить до зростання втрат цукру від термічного розкладу і наростання кольоровості сиропу. Причому втрати цукру і наростання кольоровості цукрових розчинів корелюють між собою [1].

Питанню втрат цукру від термічного розкладання присвячено значну кількість експериментальних і теоретичних досліджень [1-3], які дозволили встановити основні закономірності розкладання сахарози. Було встановлено, що процес розкладання сахарози в розчині може бути представлений залежністю виду [1]:

$$x = a[1 - \exp(-k \cdot \tau)] \quad (1)$$

де: a – початкова маса сахарози;

k – константа швидкості гідролізу сахарози, хв^{-1} ;

τ – тривалість реакції, хв .

Константа швидкості гідролізу сахарози є функцією від температури, рН розчину [1] і може бути описана залежністю виду:

$$k = 10^{\frac{16,806 - \frac{566617}{T} - \text{pH}}{10}} + 10^{\frac{20,1676 - \frac{906469}{T} - 0,01705T + 0,57\text{pH}}{10}} \quad (2)$$

де: $T = t + 273.16$ – абсолютна температура процесу, K ;

рН – лужність середовища.

¹ Інститут післядипломної освіти НУХТ



Час перебування розчину в випарних апаратах різних конструкцій і умов роботи досліджувався в ряді робіт [4,5]. Знаючи закон розподілу часу перебування розчину в апараті можна було б шляхом інтегрування із застосуванням залежностей (1,2) розрахувати загальну величину втрат цукру при випаровуванні. Однак функція розподілу часу перебування розчину в випарної установці є досить складною залежністю від конструктивних характеристик і режимних параметрів роботи випарної установки цукрового заводу.

Аналіз залежностей (1 і 2) показав, що для умов в яких працюють випарні апарати цукрового виробництва, залежність величини втрат цукру від термічного розкладання близька до лінійної від часу процесу. Це пояснюється тим, що хоча залежність (1) в загальному випадку нелінійна, робочі параметри процесу припадають лише на початкову частину кривої експоненційної функції, де вона дуже близька до лінійної. Ці висновки узгоджуються з положеннями робіт [1 і 2].

Лінійність залежності термічного розкладання сахарози від часу процесу дозволяє істотно спростити задачу визначення їх величини в випарної установці шляхом використання середнього часу перебування, яке визначається як відношення обсягу витрати розчину до величини обсягу розчину, що міститься в апараті:

$$\bar{\tau} = V_p / V_a \quad (3)$$

В цьому випадку, знаючи величину об'ємної витрати розчину із випарного апарату, і його густину можливо визначити величину середнього часу перебування розчину в кожному випарної апараті, а потім і в випарної установці в цілому. За середнім часу перебування розчину в кожному випарної апараті і температурному режимі випарної установки можливо по залежностям (1-3) розрахувати втрати цукру в кожному з випарних апаратів і в випарної установці.

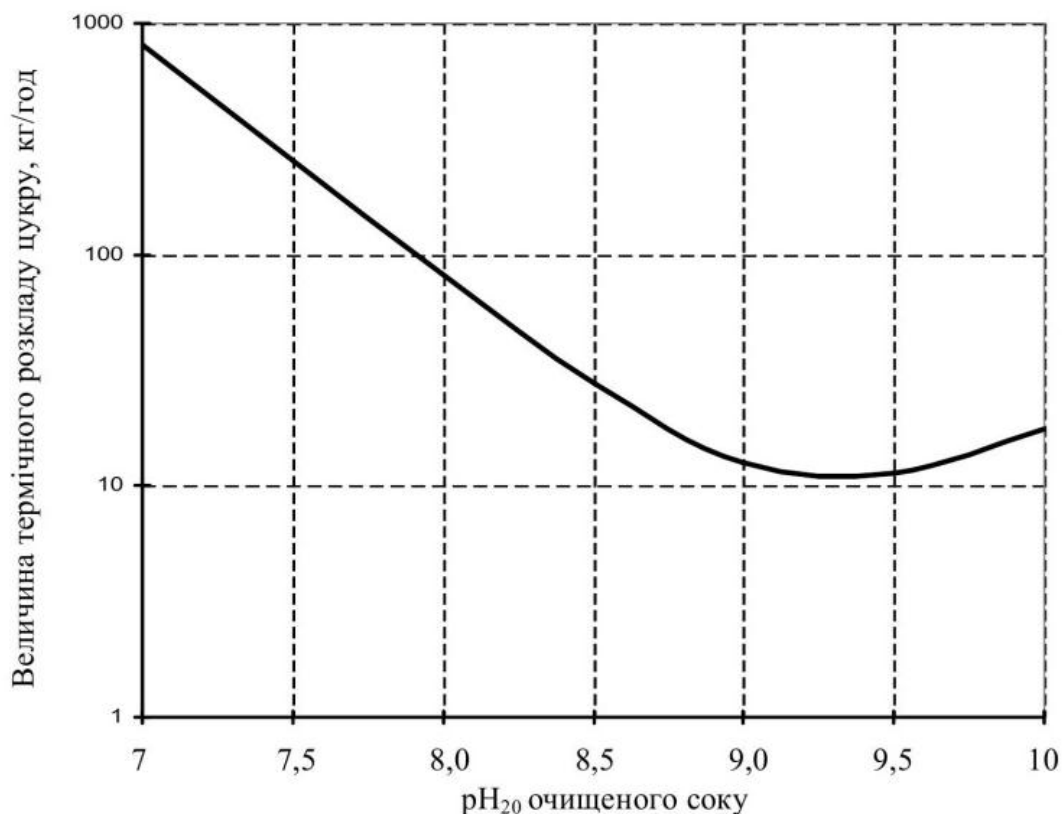
Розрахунки були виконані для умов цукрового заводу продуктивністю 6000 тонн переробки буряка в добу з випарної установкою укомплектованою випарними апаратами з природною циркуляцією.

Розрахунок об'єму розчину в випарних апаратах.

Ко- пус	Площа поверхні теплооб- міну, м ²	Відносний рівень со- ку, %	Об'єм соку в аппара- ті, м ³	Витрата соку із апарату, м ³ /год.	Середній час пере- бування, хв..
1А	2360	25	9,527	227,42	2,51
1Б	1769	25	8,380	197,23	2,55
2А	3010	35	14,273	148,45	5,77
2Б	2360	35	12,040	118,19	6,11
3А	2400	45	13,961	93,86	8,92
3Б	2400	45	13,961	76,94	10,89
4А	2360	55	15,200	57,78	15,79
4Б	1499	55	10,563	49,86	12,71
5А	1769	65	12,907	43,47	17,82
5Б	978	65	9,082	41,24	13,21
Всього по випарній установці					83,1

Визначення величини термічного розкладу цукру в випарній установці при рН₂₀ очищеного соку 8,5.

Корпус	Темпера- тура ки- піння, °С	рН	Константа швидкості розкладення	Втрати цукру, кг/год.	% к м.цукру	% к м.бур.
1А	123,59	6,84	0,0000509443	4,273	0,013	0,001864741
1Б	123,59	6,84	0,0000509443	4,334	0,013	0,001891178
2А	117,12	6,95	0,0000237270	4,568	0,014	0,001993166
2Б	117,12	6,95	0,0000237270	4,839	0,015	0,002111763
3А	109,62	7,07	0,0000096194	2,865	0,009	0,001250204
3Б	109,62	7,07	0,0000096194	3,495	0,010	0,001525081
4А	100,74	7,21	0,0000032313	1,702	0,005	0,000742781
4Б	100,74	7,21	0,0000032313	1,371	0,004	0,000598156
5А	90,40	7,37	0,0000008767	0,521	0,002	0,000227463
5Б	90,40	7,37	0,0000008767	0,387	0,001	0,000168695
Всього по випарній установці				27,969	0,084	0,012204534



Вплив неочищеного соку на величину розкладу цукру у випарній установці

Література

1. Сапронов А.Р., Колчева Р.А. Красящие вещества и их влияние на качество сахара.– М.: Пищевая промышленность, 1975.–347 с.
2. Требин Л.И., Синат-Радченко
3. Vukov K. A szacharoz hidrolise es a hidrolizistermek bekamlasa kulonos tekintettel arepacukorgyartas muveletely. – "Cukoripari Kutatointezet Kozlemenyei", Budapest, 1964, № 9, p. 1-51.
4. Матвиенко Б.А., Тобилевич Н.Ю., Ардашев В.А. Определение продолжительности пребывания сока в выпарной установке свеклосахарного завода. – «Сахарная промышленность», 1976, № 1.
5. Witte G. Der Einsatz von kontinuierlichen Verdampfungskristallisatoren in einer Zuckerfabrik mit nur einer Produktqualität, dargestellt am Beispiel der Zuckerfabrik Wabern.– Zuckerindustrie, 1987, № 5.
6. Тобилевич Н.Ю. Уточнение методики расчета выпарных установок сахарной промышленности.–«Сахарная промышленность», 1972, № 2, с.20-24.



Причини незадовільної роботи дифузійних апаратів

Хоменко Микола Дмитрович¹ – д-р техн. наук, проф.

При спілкуванні зі спеціалістами цукрових заводів, завжди виникають питання стосовно труднощів в проведенні процесу сокодобування і недоліків в роботі дифузійних апаратів (дифузійних установок).

Давайте розберемось у цьому питанні.

Мета і цілі бурякоцукрового виробництва - вилучити максимальну кількість цукру із цукросировини; - виробити цукор високої якості; - цукор низької собівартості, тобто конкурентоздатного на світовому ринку!

Відповідаючи на ці наміри констатуємо, що завдячуючи запропонованій, чітко описаній теорії протитечійного процесу екстракції нашим співвітчизником проф.Сіліним П.М. в 1923 році – ми можемо досягти поставленої цілі . . Теорія Сіліна П.М.– являє собою важливий етап у пізнанні процесу сокодобування. Альтернативної теорії ще ніхто в світі не запропонував!

Це Вам усе відомо, але давайте відновимо в пам'яті суть даної теорії. Розглянемо.

$$S = D F C-c /d/4$$

Для практичного впровадження цієї теорії - у світі запропоновані різні типи дифузійних апаратів, в яких, виходячи з теорії Сіліна П.М.: - основним параметром забезпечення ефективної роботи дифузійного апарата являється стружка отримана із цукрових буряків [1].

Якісною буряковою стружкою визначаються, регулюються і підтримуються основні параметри роботи дифузійного апарата:- питоме навантаження об'єму;

- строго протитечійне переміщення стружки і висолоджуючої рідини (соку);

- підтримання оптимального температурного режиму по довжині чи висоті апарата; - термін проведення процесу екстракції; - відкачка дифузійного соку;

- вміст СВ і доброякісність Дб дифузійного соку;- вміст цукру в жомі;
- невраховані втрати цукру в процесі екстракції

Як висновок, можна стверджувати, що причиною незадовільної роботи дифузійних установок, в першу чергу, може бути неякісна бурякова стружка.

Високоякісну бурякову стружку, яка відрізняється рівномірністю розмірів поперечного перерізу і довжини, чистотою поверхні і

¹ Кафедра виробництва цукру та сахаридів ІПДО НУХТ



мінімальною кількістю браку, можливо одержати при виконанні таких вимог:

- достатньо повне відділення від коренів буряків сторонніх домішок і забруднень; - мінімальне пошкодження і подрібнення коренів буряків; - якісна підготовка бурякорізок до експлуатації; - якісна підготовка та установа бурякорізальних ножів; - забезпечення високої кваліфікації наборщиків ножів;
- своєчасна заміна бурякорізних ножів.

На основі аналізу ситуації на цукрових заводах, вважаю, що основними, серед інших, є дві основні причини, які не уможливають отримати якісну стружку:

- неякісна підготовка сировини до перероблення;
- неякісна підготовка бурякорізних ножів, що сумісно не сприяють отриманню високоякісної бурякової стружки [1].

Якщо на заводі не виконуються якісно ці дві вимоги – високо-ефективної роботи дифузійної установки і високих показників роботи цукрового заводу в цілому - досягнути неможливо. Давайте оговоримо ці питання.

Підготовка сировини - очистка від сторонніх домішок і відмивання від зв'язаних забруднень [1,2,3].

відбувається при усіх наявних процесах при роботі з буряками на при заводських бурякопунктах :

- розвантаження транспортних засобів при укладанні сировини на збереження, чи безпосередньо на перероблення через буртоукладочні комплекси - відділяються домішки;
- при гідравлічному розвантажуванні і гідравлічному транспортуванні сировини на перероблення - відмокає земля, частково відмивається;
- в станції очистки буряків на обладнанні станції очистки - відділяються і виводяться сторонні домішки(легкі і важкі);
- в мийному відділенні - відмивається зв'язана земля, виводяться домішки.

Аналізуючи якість відмивання буряків на заводах навіть з високотехнологічними мийними відділеннями – залишкова забрудненість землею залишається великою. А на заводах зі старими мийними відділеннями таких проблем значно більше!

З метою підвищення якості сировини до перероблення, з урахуванням характеристики ґрунтів (почв) зони вирощування буряків конкретно взятого цукрового заводу з важкими: чорноземними, глинистими і суглинистими ґрунтами, якими значно більше забруднена сировина в порівнянні з піщаними, пропонуємо:

- для вимивання (видалення) зв'язаної ґрунту (землі) із бороздок і впадин коренів буряків, використовувати кінетичну енергію струї води високого тиску, що діє на корінь цукрового буряка. [2].



Теоретична обґрунтованість пропозиції.

Співвідношення параметрів визначається залежностями:

1. Потужність потоку води, що діє на корінь

$$W = m v^2 / 2 \text{ Вт}, \quad (1)$$

де m - масові витрати потоку води, кг/с; v - швидкість потоку в щілині, м/с.

2. Співвідношення між масовими і об'ємними витратами води:

$$m = \rho V, \text{ кг/с}, \quad (2),$$

де m - питома маса води, кг/м³; V - об'ємні витрати води, м³/с.

$$\text{Витрати води } V = v f, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (3)$$

де f - площа отвору щілини, м².

3. Потужність потоку води, виражена через тиск P

$$W = P V, \text{ Вт}.$$

З урахуванням умови (1), записуємо

$$W = P V = m v^2 / 2 \quad (4)$$

$$\text{Звідси} \quad P = m v^2 / 2 V.$$

Задаючись значеннями за рівних (або інших умов), одержимо залежність

$$P = P(v), \text{ у тому числі і у формі графіка.}$$

Фізика процесів визначається розкладом і кінематикою сил потужності струменя води на поверхню коренеплода [2].

Режими переміщення потоку буряків по робочій поверхні дискового водовідділювача та режими взаємодії коренеплода з високонапірною пласкою струминою води. Фізика процесу:

а) утримуючий режим взаємодії високонапірної струї в протитечійному переміщенні коренеплодів буряка;

б) менш утримуючий режим взаємодії;

в) нейтрально утримуючий режим взаємодії;

г) максимальний режим виходу коренеплоду із під дії струї води.

Корені буряків обертаючись транспортуються по робочій поверхні дисками водовідділювача і попадають під дію потужних пласких (по усій ширині робочої поверхні) струменів води, які формуються в сопло апараті і виходять зі щілин шириною 5,4.3 мм під кутом 90° та 70° до напрямку переміщення потоку буряків. Потужна дія струї води з великою кінетичною енергією входить тангенціально у взаємодію з коренеплодом, стримує його горизонтальне переміщення, при цьому корінь декілька разів обертається в полі дії струї всією своєю поверхнею і при цьому миттєво видаляється уже відмокша почва із бороздок і впадин коренеплодів. В цьому і визначається інтенсифікація процесу відмивання коренів в короткий проміжок часу з високою ефективністю. Важливу роль при цьому є забезпечення рівномірного потоку буряків по робочій поверхні водовідділювача.



Виходячи з приведеної гідравлічної залежності, бачимо, що маса води суцільним потоком діє на корінь з максимальною енергією. Роздрібнення маси струмини (поток) води на дрібні частини – це розсіювання кінетичної енергії, яка діє на корені буряків з меншою ефективністю, а значить малоефективна відносно інтенсифікації процесу відмивання.

Отримання високоякісної стружки, на мій погляд, друга важлива умова – це якісна підготовка бурякорізних ножів. На основі вивчення стану організації даної роботи, обладнання для відновлення ножів, кваліфікації виконавців, контролю якості на конкретно взятому цукровому заводі – приходить до вимушено стверджувати, що на більшості діючих цукрових заводів – цьому питанню не надають належної уваги. Це велика помилка!

Найбільш широкого застосування і використання на цукрових заводах України набули фрезеровані безреберні бурякорізні ножі типу 1011В, що виготовляються із сталей У8 і У8А, а також із Сталь 65Г. Найважливіше при підготовці ножів точно виконати геометрію ріжучої кромки.

Сучасні прогресивні лінії (верстати) мають окремі заводи, а на більшості використовуються: - пристрої, виготовлені на цукрових заводах;

- верстати-напівавтомати Мукачівського верстатного заводу;
- верстати-напівавтомати фірми «Корунд», та лінії іноземних поставок.

Найбільш ефективними, серед названих, є – верстати-автомати розроблені фірмою «Корунд» Якісно підготовлені та заточені ножі - основна умова для отримання високоякісної бурякової стружки, і, ефективної роботи дифузійного апарата [1].

Література

1. Хоменко М.Д. Сучасні схеми та обладнання для переробки цукрових буряків. Транспортування, очищення, отримання стружки і дифузійного соку. Навчальний посібник. К.: Видавництво «Сталь». 2006. 240 с.

2. Хоменко М.Д. Якісна підготовка буряків до перероблення - головна вимога

Для високоефективної роботи цукрового заводу. /М.Д.Хоменко, А.І.Сорокін, К.О.Штангеев, М.Кухар, В.Д.Саповський, О.П.Чернявський//. К.: Вісник харчової промисловості. Цукрова галузь.- 2016. -№7.- С. 2-10.

3. Кухар В.М. Прогресивна технологічна схема мийного відділення із використанням сучасних процесів інтенсифікації та обладнання для відмивання цукрових буряків /В.М.Кухар, В.Д.Саповський, М.Д.Хоменко, А.І.Сорокін, // . Цукор України – 2014. №7. С.10-12.



Деякі питання безпечної експлуатації виробничих будівель та споруд

Шишков Валерій Зіновійович¹ – канд. техн. наук, доц., зав. кафедри
Нирко Ярослав Володимирович¹ – ст. викладач, радник з охоро-
ни праці, пожежної безпеки та безпеки руху НАЦУ «Укрцукор»
Шишков Андрій Валерійович¹ – ст. викладач

Будівельна галузь входить до групи галузей підвищеного ризику. Забезпечувати належні умови праці тут дуже складно. Небезпека чатує на працівника буквально на кожному кроці, особливо під час виконання робіт на висоті. Тому, при організації будівельно-монтажних робіт, потрібно враховувати кожен дрібницю для того щоб не допустити травматизму.

У доповіді розглядаються питання забезпечення безпеки та надійності експлуатації будівель і споруд, організації роботи служб спостереження та напрямками їх діяльності. Наведено відомості стосовно нормативно-правової бази проведення на підприємстві діяльності по організації та проведенню цієї роботи. Визначено відповідальність роботодавця та інших уповноважених осіб при порушенні законів та підзаконних актів, які регламентують утримання будівель і споруд.

Ключові слова: експлуатація будівель, безпека, надійність, служба спостереження, нормативна база наглядку.

Загальні вимоги до організації утримання об'єктів будівництва визначає ст.39 Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності» та ухвалені на її реалізацію підзаконні нормативно-правові акти. Раніше до цих нормативних документів, також відносилися й документи, які нажалі втратили свою чинність:

- Постанова Кабінету Міністрів України «Про забезпечення надійності й безпечної експлуатації будівель, споруд та інженерних мереж» від 05.05.1997 № 409 втратила чинність відповідно до постанови КМУ від 23.11.2016 № 1059;

- «Правила обстеження, оцінки технічного стану та паспортизації виробничих будівель і споруд» і

«Положення про безпечну та надійну експлуатацію виробничих будівель та споруд» (НПАОП 45.2-4.01-98) (затверджені спільним наказом Держбуду та Держнаглядохоронпраці від 27.11.1997 за №32/288) втратили чинність на підставі спільного наказу Мінрегіону та Міненерговугілля від 14.07.2014 №193/507. Цей крок було спрямовано на виконання рішення Держпідприємництва «Про необхідність усунення Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України та Держа-

¹ Кафедра охорони праці ПДО НУХТ



вною службою гірничого нагляду та промислової безпеки України порушень принципів регуляторної політики згідно з вимогами Закону України «Про засади державної регуляторної політики у сфері господарської діяльності» від 26.02.2014 № 24.

Нині механізм проведення обстеження прийнятих в експлуатацію об'єктів будівництва визначено постановою КМУ від 12.04.2017 № 257, а вимоги до обстеження будинків, споруд, лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури для визначення та оцінки їх технічного стану встановлено у ДСТУ-Н Б В.-1.2-18:2016 «Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану».

Є також і відомчі нормативні документи, пов'язані з експлуатацією виробничих будівель й споруд. Це: «Положення про безпечну та надійну експлуатацію зовнішніх мереж та споруд водопостачання й каналізації» та «Правила обстежень, оцінки технічного стану та паспортизації зовнішніх мереж і споруд водопостачання й каналізації, що були затверджені наказом Держбуду від 03.04.1998 № 69, але втратили чинність на підставі наказу Мінрегіону від 01.03.2017 № 44.

СОУ-Н МПЕ 40.1.21.525:2006 «Виробничі будівлі та споруди суб'єктів електроенергетики. Типова інструкція з експлуатації. Частина 1. Організація експлуатації будівель та споруд», затвердженого наказом Мінпаливенерго від 19.05.2006 №170; Інструкція про порядок огляду будівель та споруд на залізничному транспорті, затв. наказом Мінтрансзв'язку від 13.10.2004 №793-ЦЗ;

Порядок технічного огляду, обстеження оцінки та паспортизації технічного стану, здійснення запобіжних заходів для безаварійного експлуатування систем газопостачання, затвердженого наказом Міненерговуглепрому від 24.10.2011 № 640.

Чинними є ДБН В.3.1-1-2002 «Експлуатація конструкцій та інженерного обладнання будівель і споруд та систем життєзабезпечення. Ремонт та підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ промислових будівель та споруд».

Загальні засади щодо обстеження об'єктів будівництва визначає ст. 39-2 Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності» від 17.02.2011 № 3038-VI, відповідно до якої власники або управителі об'єктів будівництва забезпечують поточний огляд й періодичне обстеження прийнятих в експлуатацію у встановленому законодавством порядку об'єктів впродовж усього періоду їх існування. За порушення порядку проведення такого обстеження та неріалізацію заходів щодо забезпечення надійності та безпеки під час його експлуатації тягне за собою відповідальність, яка передбачена чинним законодавством.





Заходи, що стосуються охорони праці на об'єктах будівництва, містяться в п.4.13 ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці та промислова безпека у будівництві. Основні положення» (НПАОП 45.2-7.02-12), п. 1.10 ДБН А.3.1-5:2009 «Управління, організація і технологія. Організація будівельного виробництва», п. 4.18 Правил безпеки під час реконструкції будівель і споруд промислових підприємств (НПАОП 45.2-1.12-01), у п. 6.1.2 Правил охорони праці при будівництві та ремонті об'єктів житлово-комунального господарства (НПАОП 45.2-1.02-90).



Роботодавець зобов'язаний забезпечувати належне утримання будівель й споруд та здійснення моніторингу за їх технічним станом. Утримання споруд регламентують державні нормативні документи (державні будівельні норми, державні санітарні норми та правила, нормативно-правові акти з охорони праці, правила пожежної безпеки), а також документи (положення, інструкції тощо) відомчих організацій.

Водночас, зараз, існує багато нових цікавих технічних рішень щодо організації безпечної праці, і витрати на застосування цих технологій значно менше за компенсаційні виплати на постраждалих та ліквідацію та ліквідацію наслідків нещасних випадків.



У чинному нормативно-правовому акті, розробленому на основі Директиви 92/57/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 24.06.1992 р. «Мінімальні вимоги з охорони праці на тимчасових та мобільних будівельних майданчиках» («Мінімальні вимоги»), затв. наказом Мінсоцполітики України від 23.06.2017 р, зареєстрованого у Мінюсті 08.09.2017 р. за №111/30979 введено поняття *«план з охорони праці будівельного майданчика»*. Цей план складають з урахуванням вимог нормативно-правових з охорони праці та державних санітарних норм і правил. Складання такого плану забезпечує замовник або керівник будівництва. Проектно-технологічна документація не може замінювати складений план. Він повинен бути доведений до всіх підрядних організацій і всіх інших зацікавлених юридичних та фізичних осіб (п.9 розділу V Мінімальних вимог).



Мінімальні вимоги передбачають наявність на будівельному майданчику такої нормативної документації:

- план з охорони праці, в якому встановлюються всі необхідні вимоги з охорони праці, стосуються

конкретного будівельного майданчика та тих робіт, які будуть ньому виконуватись (відповідальний - координатор з питань охорони праці);

- проектна документація, проект виконання робіт;
- відповідна документація щодо особливостей та умов будівництва, що містить необхідну інформацію з охорони праці та



повинна використовуватися під час виконання робіт (відповідальний – координатор з питань охорони праці);

- заходи з охорони праці, зокрема передбачені в проектах виконання робіт й технологічних картах (відповідальні - підрядники);

- порядок допуску працівників на будівельний майданчик, використання ними засобів колективного та індивідуального захисту, вантажопідіймальних механізмів, умови підключення до мережі електропостачання тощо (відповідальні – координатор з питань охорони праці та підрядники).

Загальне керівництво роботами з створення в будівельній організації системи управління охороною праці й забезпечення її функціонування покладається на роботодавця, а організаційно-методична робота з управління охороною праці – на службу охорони праці. Управління охороною праці в будівництві це процес збирання, передавання опрацювання інформації про стан безпеки праці на об'єктах будівництва, у виробничих підрозділах; підготовку та прийняття управлінських рішень стосовно ліквідації виявлених порушень вимог норм й правил охорони праці, про що повідомляється об'єкту управління.

На першому рівні об'єктом управління є будівельне управління, будівельно-монтажне управління, які призначені для створення безпечних й нешкідливих умов праці безпосередньо на робочих місцях та будівельних майданчиках. На більш високому рівні управління – діяльність структурних підрозділів, функціональних служб, що спрямована на забезпечення здорових й безпечних праці.

У чинному з 20.10.2017 року нормативному документі «Мінімальні вимоги з охорони праці на тимчасових або мобільних будівельних майданчиках» (затв. наказом Мінсоцполітики від 23.06.2017 року

№ 1050, НПАОП 45.2-7.03-17) введено пояснення поняття «мобільні (інвентарні) будівлі та споруди». Отже, мобільні (інвентарні) будівлі та споруди – будівлі й споруди комплектної заводської поставки, конструкція яких забезпечує можливість їх передислокації без зниження експлуатаційних можливостей (п.3.1 розділу III ДСТУ Б В.2.2-22:2008 «Будинки та споруди. Будівлі мобільні (інвентарні). Загальні технічні умови». Але таке поняття некоректне. Мобільними можуть бути тільки засоби виробництва

Відповідно до ст. 13 Закону України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694-XII роботодавець зобов'язаний забезпечувати належне утримання будівель та споруд, моніторинг за їх технічним станом, для чого має бути створена служба спостереження за безпечною експлуатацією будівель та споруд.





Якщо вимоги щодо обстеження та паспортизації виробничих споруд не визначені, то роботодавець може керуватися Положенням про безпечну та надійну експлуатацію виробничих будівель та споруд у питаннях моніторингу технічного стану виробничих будівель й споруд (у частині, яка не суперечить вимогам чинних нормативно-правових актів та до набуття чинності новим нормативним документом).

Вся нормативна база з питань експлуатації будівель та споруд перебуває на стадії реформування.

На виконання ст. 39-2 Закону України № 3038 затверджено «Порядок проведення обстеження прийнятих в експлуатацію об'єктів будівництва»[1], який може бути підґрунтям для організації обстеження будівель і споруд підприємства.

Висновки:

1. Проведення роботи на підприємстві по безпечній і надійній експлуатації будівель і споруд підприємства потребує створення спеціального підрозділу, який вирішує організаційні та технічні питання, які вимагаються законодавчими актами.

2. Роботодавець несе повну юридичну відповідальність по організації та забезпеченню надійної та безпечної експлуатації будівель і споруд підпорядкованого йому підприємства.

Література

1. Порядок проведення обстеження прийнятих в експлуатацію об'єктів будівництва, затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 12 квітня 2017 р. № 257

<https://законодавство.com/.../postanova-vid-kvitnya-2017-2>.

Деякі питання вторинного використання побічних продуктів цукрового виробництва

Мухіна Катерина Євгенівна¹ – канд. техн. наук, ст. викладач



За умов сучасних зовнішніх негативних впливів, розвиток бурякоцукрового виробництва, підвищення його ефективності та стійкості набуває особливої актуальності.

Цукрова галузь харчової промисловості відноситься до матеріало- та енергомістких видів виробництва.

Тут об'єм сировини та допоміжних матеріалів у декілька разів перевищує вихід готової продукції.

¹ Кафедра охорони праці ПІДО НУХТ



Відходами, або ж побічними продуктами бурякоцукрового виробництва є: бадилля та силос коренеплодів буряку, жом, фільтраційний осад, меляса.

Ключові слова: технологічні процеси, цукрове виробництво, бадилля, силос буряку, активаційна сушка.

Завдяки особливостям технології під час переробки буряку, цукрове виробництво є крупним джерелом утворення вторинних сировинних ресурсів та відходів (або так званих побічних продуктів).

До так званої побічної продукції цукрового виробництва відносяться: бадилля та силос коренеплодів, буряковий жом, фільтраційний осад (дефекат), меляса (сиропоподібна патока). Вказані відходи від технологічних процесів переробки коренеплодів цукрового буряку в наш час недостатньо ефективно використовуються, а іноді, навіть, здатні завдавати значної шкоди навколишньому природному середовищу.

Для розширення можливостей повторного застосування такого побічного продукту цукрового виробництва, як, наприклад, бадилля цукрового буряку, спочатку був проаналізований хімічний (нормативний) склад самого бадилля цукрового буряку, а також його силосу. Проведений аналіз свідчить, що у бадиллі цукрового буряку та його силосі набагато більше поживних речовин, мікроелементів, мінералів та вітамінів ніж у складі самого коренеплоду.

Для підвищення ефективності вторинного використання побічних продуктів цукрового виробництва ми пропонуємо застосувати виготовлені за розробленою в Україні ЮВЕТ-технологію сушіння з одночасним подрібненням бадилля та силосу коренеплодів цукрового буряку щодо подальшого використання порошку з цих коренеплодів не лише для корму тварин, а також для потреб харчової, хімічної та фармацевтичної галузей.

З цією метою пропонується застосування активаційної сушильно-дробильної порошкової установки ЮВЕТ 005.

УСТАНОВКА ЮВЕТ 005 призначена для виробництва активаційним методом за ЮВЕТ-технологією порошоків продуктивністю 6...50 кг/год з овочів, фруктів, ягід, грибів, м'яса, риби, лікарських трав, зернобобових, спецій, меду тощо дисперсністю 25...100 мкм (мікрон), вологістю 6...10%, з повним збереженням у порошках вітамінів, біологічно активних, смакових та інших складових. Порошки, виготовлені за сучасною технологією, ні в чому не поступаються сублімованим, багаті вітамінами, антиоксидантами, мінералами, які в організмі людини не синтезуються і повинні надходити з їжею. Основною перевагою ЮВЕТ-технології є те, що зневоднення рослинної сировини і подрібнення її на порошок відбувається з повним збереженням структури клітини – генетично закінченого осередку життя, що дозволяє не тільки повністю збе-





регги біоенергетику вихідної сировини, всі вітаміни, макро- і мікроелементи, органічні кислоти та інші поживні речовини, що містяться у вихідній сировині, але і в десятки разів збільшити сумарний енергетичний заряд продукту. Це дає подвійний позитивний ефект впливу на організм людини. Колосальною перевагою переробленої таким чином сировини є те, що з часом кінцевий продукт не втрачає своїх первинних властивостей, тоді як збережені навіть в найбільш комфортних умовах овочі і фрукти до середини зими вже більш ніж наполовину втрачають свої корисні властивості.

При застосуванні ЮВЕТ-технології спостерігаються вкрай низькі втрати корисних речовин.



Основою ЮВЕТ-технології є установка порошкова ЮВЕТ яка призначена для виробництва активаційним методом за ЮВЕТ-технологією порошоків з різноманітної сільськогосподарської сировини з повним збереженням у порошках вітамінів, біологічно активних, смакових та інших базових складових. Корисність й важливість порошоків, що виготовляються за ЮВЕТ-технологіями підтверджені проведеними дослідженнями науково-дослідних інститутів Академії сільськогосподарських наук.

Виготовлені за такою технологією порошки рекомендовані до широкого використання у харчовій промисловості.

Активаційна сушка (ЮВЕТ-сушка) визнана найкращим, з існуючих у світі, способів сушіння сільськогосподарської сировини та кінцевих продуктів з неї.



Принцип дії активаційного методу.

Активаційний метод полягає в тому, що у невеликому об'ємі циліндричного активатора створюється

нескінченно розвинена поверхня випарювання - сушіння (зневоднення) сировини з одночасним подрібненням її на порошок. В активаторі установки за рахунок повітряного потоку створюється просторово закручене кільце з зволоженого порошку, у яке здійснюється дозована безперервна подача тонкодисперсної маси мезги з сировини, що переробляється. У закрученому кільці відбувається ротація (заміщення) сухих частинок, що виносяться з активатора, на вологі частинки з введеної в активатор мезги в режимі безперервного технологічного процесу.



При цьому активаційний метод передбачає безперервне механічне розкриття капілярів твердих частин перероблюваної сировини, з одночасним випаровуванням вивільненої з капілярів води, яка у вигляді оболонки з пароповітряної суміші захищає кожну частинку, яка висушується, від впливу теплового агента (повітряного потоку), завдяки чому на поверхні такої частинки температура не перевищує 20-25°C.



В процесі активаційного методу одночасно діють приблизно вісім різних фізичних факторів, що

сприятливо впливають як на продуктивність установки, а також і на якість кінцевого продукту. Крім того, активаційний метод дозволяє здійснювати зневоднення з одночасним подрібненням сировини на порошки при дії низьких температур, наприклад у парах азоту.

На стадії переробки сировина не окислюється, технологічні процеси екологічно чисті та не забруднюють навколишнє природне середовище.

Технологічний процес

1. Сільгосппродукти (в нашому випадку бадилля коренеплодів цукрового буряка та його силос) попередньо очищені від землі та промиті від забруднення з попередньою підготовкою розрізають на шматочки (розміром менше 15x15 см).

Далі, на спеціальному подрібнювачі ці підготовлені сільгосппродукти подрібнюють у мезгу (кашку), або соломку, пластинки, які потім підсушуються на спеціальних установках ЮВЕТ-СП.

2. Підготовлену сировину (підсушена мезга або соломка) оператор установки ЮВЕТ005 завантажує до

бункера дозатора установки, потім дозатор здійснює автоматичну подачу цієї сировини до активатора, де відбувається зневоднення та подрібнення сировини на порошок автоматично, а також збирання готового порошку у герметичну ємність. По мірі заповнення ємності порошком, оператор, не вимикаючи установки, вивільнює ємність з установки, звільняє її від порошку та повертає ємність до установки. Обслуговування установок просте, доступне будь-якій особі після її навчання.

Висновки:

1. За умов сучасних зовнішніх негативних впливів, розвиток бурякоцукрового виробництва, підвищення його ефективності та стійкості набуває особливої актуальності. Цукрова галузь харчової промисловості відноситься до матеріало- та енергомістких видів виробництва. Об'єм сировини та допоміжних матеріалів у декілька разів перевищує вихід готової продукції.

2. Подальше використання побічних продуктів цукрового виробництва на теперішній час недостатньо ефективне.

3. Запропоновано сучасний, мало затратний, економічно обґрунтований, екологічно безпечний та чистий спосіб переробки рослинної сировини з подальшим її застосуванням для потреб харчової, хімічної та фармацевтичної галузей.

Література

1. Протасова М.В., Миронов С.Ю. и др. Перспективные направления использования отходов сахарного производства //



Auditorium. Эл. науч. журнал КурскГУ/ М.В. Протасова, С.Ю. Миронов, О.В. Лукьянчикова, Л.А. Бабкина. Курск: Курский ГУ- №2 (10) – 2016.

2. Мухіна К.Є. Сучасна технологія переробки відходів споживання для одержання високоякісних порошків з рослинної сировини / К.Є. Мухіна // Науково-практичний журнал «Екологічні науки» – 2015 № 4(11) - С. 75-82.

Особливості підготовки персоналу цукрових заводів в області забезпечення охорони праці та промислової безпеки.

Шишков Валерій Зіновійович¹ – канд. техн. наук, доц., зав. кафедри
Нирко Ярослав Володимирович¹ – ст. викладач, радник з охорони праці, пожежної безпеки та безпеки руху НАЦУ «Укрцукор»
Шишков Андрій Валерійович¹ – ст. викладач

Підприємств визначається як складна система. Аварії і нещасні випадки є наслідком порушення функціонування окремих підсистем. Укрупнено можна виділити технічну підсистему і підсистему людських відносин на виробництві.

Технічні і технологічні заходи знижують загальний рівень травматизму, проте нове обладнання, скорочуючи кількість аварій і травм, призводить до збільшення їх тяжкості. Нове обладнання, ліквідуєчи відомі причини аварій і травм, породжує інші небезпеки в процесах його експлуатації, обслуговування та ремонту. Персонал, що працює на обладнанні, з новими небезпеками незнайомий, тому тяжкість аварій велика.

Ключові слова: охорона праці, промислова безпека, професійна підготовка, організаційні помилки, компетенції працівників.

Аналіз ефективності капіталовкладень показує, що можна значно знизити ризик, якщо більше уваги приділяти організаційним і управлінським впливам, ніж технічним системам, які не дають абсолютних гарантій зниження травматизму. Проте, впровадження більш продуктивної і надійної техніки і застосування потенційно безпечних технологій залишаються основними засобами зниження травматизму і аварійності на цукрових заводах. При цьому впровадження нової техніки потребує вирішення цілого ряду завдань з підготовки персоналу. Компетенція персоналу орієнтована на попередній стан і не може вирішувати завдання, які перед ним ставлять нові технології. Переоріє-

¹ Кафедра охорони праці ПДО НУХТ



нтація персоналу дуже складна, затратна та багатогранна і є насамперед одним з головних завдань щодо використання старих навичок і компетенцій і стійке прищеплення нових.

Перед нами проблема з розробки комплексу заходів щодо забезпечення безпеки і збереження матеріальних і соціальних ресурсів підприємства. Ми повинні створити і забезпечити безпечне виробниче середовище, як для виробничого процесу, так і для робочого місця працівника.

Аналіз причин виробничого травматизму свідчить, що технічні та технологічні причини реалізації травм не є визначальними для формування рівня травматизму на цукрових підприємствах. За даними світової статистики тільки 12-15% травм визначено з вини відмов обладнання, а 85-88% травм формуються працюючими.

Можна навести класифікацію організаційних помилок, які є джерелом аварій і нещасних випадків. Основними з яких є:

- неадекватна система управління;
- суперечності в структурі управління;
- неправильна система передачі відповідальності;
- неправильне управління персоналом;
- неправильна організація праці;
- неправильне планування проведення технологічних процесів і окремих робіт;
- неправильна організація проведення роботи;
- неправильна організація робіт підвищеної небезпеки;
- неправильно розроблені локальні документи з охорони праці та промислової безпеки;
- неадекватне навчання персоналу;
- неадекватне проведення інструктажів;
- неадекватні дії персоналу як при нормальному веденні технологічних процесів, так і при передаварійних ситуацій, аварій та проведення ремонтних і ремонтно-відновлювальних робіт.

Така структура організаційних причин обумовлена невідповідністю кваліфікації персоналу задачам забезпечення безпеки виробництва.

Наприклад, порушення вимог безпеки виробництва працівниками підприємств свідчить про недостатню кваліфікацію як посадових осіб і спеціалістів (у частині управління та організації виробничих процесів), так і робітників, кваліфікація яких не дозволяє виконувати власні функції з достатнім ступенем відповідальності. Тобто мова йде про недостатню компетентність персоналу у процесі здійснення виробничої діяльності та забезпечення безпеки.

Таким чином, існуючий рівень виробничого травматизму обумовлений декількома факторами, основним з яких є компетентність персоналу, який реалізує до 90% всіх травм на підприємствах. Отже, зниження рівня виробничого травматизму доцільно здійсню-



вати на основі розвитку компетентності персоналу підприємств.

У промисловості України забезпечення безпеки виробництва засновано на ретельному дотриманні вимог і норм, які містяться в законах, правилах, інструкціях та інших нормативно-правових документах. На підприємстві це закріплюється в локальному нормативно-правовому документі «Система управління охороною праці», який також може носити назву адекватну стандарту ISO 45001 «Система менеджменту охорони здоров'я та забезпечення безпеки праці». Цей локальний документ з управління (менеджменту) безпекою персоналу розробляється фахівцями підприємства. Основною метою функціонування даного документа є досягнення максимальної захищеності людини і виробничого середовища від впливу шкідливих і небезпечних факторів виробництва, основним критерієм є оцінка небезпек з головним результатом щодо подальшого зниження рівня виробничого травматизму і аварійності.

Ефективність кожного окремого працівника залежить від його можливості виконувати необхідні функції, особистої мотивації і ступенем відповідальності, з яким ці функції виконуються. Підможливістю в даному випадку розуміється наявність у працівника необхідних для виконання своїх функцій професійних знань та навичок, психофізіологічної стійкості, кмітливості, культури поведінки. Проявом сьогоденної, недостатньої компетентності персоналу є неузгоджені дії працівників та помилки при виконанні професійної діяльності. Що стосується виконання функцій персоналу, то частина з них «атрофована», а частина - загублена.

- Одним із найважливіших методів роботи з персоналом є його професійна підготовка (перепідготовка). Кваліфікація персоналу підприємств формується в системі загальної та професійної освіти. Аналіз роботи системи освіти показує, що вона дозволяє отримати загальні (базові) знання за професією (спеціальністю) та оволодіти навичками безпечного ведення робіт в рамках діючих вимог правил та інструкцій.

- Система професійної підготовки в області забезпечення безпеки орієнтована на централізовану систему управління та формує приблизно однаковий рівень кваліфікації фахівців на всіх підприємствах галузі і націлена на отримання навичок виконання норм і вимог охорони праці та промислової безпеки. Сучасні умови функціонування виробництва, на жаль, не визначили інтерес керівництва підприємств до підготовки своїх співробітників в області забезпечення безпеки. Мета підготовки полягає у можливості ефективно працювати в нових умовах функціонування. Це стосується, перш за все, роботи персоналу в системі забезпечення безпеки виробництва. Робота над розвитком і закріпленням компетенцій персоналу особливо актуальна для персоналу цукрових заво-



дів в зв'язку з сезонністю їх роботи.

З урахуванням цього, програми навчання з питань охорони праці, промислової та пожежної безпеки повинні створюватися, перероблятися і адаптуватися для використання в практичній діяльності конкретних підприємств в умовах актуальних небезпек та ризиків:

- програма навчання створюється виходячи з реальних потреб підприємства його практичної діяльності з урахуванням освітнього та компетентнісного рівня найманих працівників;

- необхідно розробити механізм ефективного проведення інструктажів, розвитку компетентності та застосування у практичній діяльності.

Існує недостатня кількість наукових і методичних видань, присвячених питанню організації та функціонування систем забезпечення безпеки виробництва не тільки на державному рівні, а також на рівні окремих підприємств цукрової галузі. Однак наукові розробки не

завжди відповідають конкретним вимогам виробництва. Необхідно впорядкувати структуру функцій і завдань учасників процесу забезпечення безпеки. Цьому може сприяти компетентнісний підхід до підготовки персоналу підприємств. Особливістю компетентнісного підходу є принцип формування вимог до працівника так як вони формуються під поточні завдання. Отже, мають межі: тимчасові (термін «дії» вимог, їх актуальність) і змістовні (область і рівень розв'язуваної задачі, виконуваної функції).

Доцільність компетентнісного підходу обґрунтованатим, що компетентність, по суті, є параметричним виразом функції виконання посадових обов'язків. Функція - це дія яка спрямована на досягнення мети. Також відомо, що для здійснення ефективної діяльності, зазначену мету необхідно розділити на завдання, які будуть цілями функціонування підрозділів організації в процесі досягнення спільної мети. Завдання ж є базовим елементом для формування компетенції, відповідно до якого визначається необхідний рівень кваліфікації працівника, встановлюється обсяг необхідних для досягнення мети повноважень, визначаються об'єкт і міра відповідальності.

Висновки:

1. Аварії і нещасні випадки на виробництві є наслідком порушення функціонування окремих підсистем, таких як: технічна підсистема і підсистема людських відносин на виробництві.

2. Технічні і технологічні заходи які знижують загальний рівень травматизму, проте нове обладнання, скорочуючи кількість аварій і травм, призводить до збільшення їх тяжкості.

3. Програми навчання персоналу підприємств з питань охорони праці, промислової та пожежної безпеки повинні створюватися, перероблятися і адаптуватися для використання в практичній діяльності конкретних підприємств в умовах актуальних небезпек та ризиків.

Література

1. Травматизм на виробництві в Україні у 2017 році . Статистичний збірник Державної служби статистики.- [Електронний ресурс]- www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2018/zb/05/zb_tv2017.pdf

2. Сербінова Л. А. Загальний стан виробничого травматизму в Україні та шляхи вирішення цього питання. Проблеми охорони праці в Україні. - 2015. - Вип. 30. - С. 67-74.

Шляхи реалізації політики підприємства у зниженні ризиків для працюючих.

Шишков Валерій Зіновійович¹ – канд. техн. наук, доц., зав. кафедри
Нирко Ярослав Володимирович¹ – ст. викладач, радник з охорони праці, пожежної безпеки та безпеки руху НАЦУ «Укрзукор»
Шишков Андрій Валерійович¹ – ст. викладач

Мета політики підприємства з питань охорони праці, прийняття якої передбачено стандартом ISO 45001 – забезпечити відповідність управління охороною праці належними методами безпечного ведення робіт у всіх підрозділах підприємства і на кожному робочому місці. Політика підприємства в області охорони праці (далі - ОП) спрямована на забезпечення турботи про співробітників та інших осіб, які беруть участь в діяльності підприємства.

Ключові слова: політика підприємства, охорона праці, управління ризиками, етапи управління, інформаційне забезпечення.

Реалізація визначеної політики підприємства полягає у забезпеченні відповідності управління охороною праці процедур конкретного вирішення питань управління ризиками у всіх підрозділах підприємства. Відповідно до завдань даної політики підприємство зобов'язується: систематично виявляти джерела небезпеки та виконувати оцінку ризику, усувати або знижувати такий ризик і вживати заходів щодо ефективного контролю за ним, забезпечувати належне навчання для розвитку відповідних навичок і компетенцій у персонала. Всі менеджери і керівники повинні реалізовувати

¹ Кафедра охорони праці ПДО НУХТ



тиоперативні плани, заходи і системи контролю ризику в рамках своїх сфер діяльності.

Ретельна оцінка ризику і його обмеження може допомогти в запобіганні таких наслідків або зведенні їх до мінімуму, а також поліпшити взаємини сторін. Таким чином, оцінка ризику визнається як важливий аспект належних методів управління питаннями ОП.

Неадекватне управління питаннями ОП може дорого обійтися як робітнику, так і роботодавцю. Нещасний випадок може привести до прямого і непрямого збитку, що виражається у великих втратах,

наслідки яких ускладнюють або унеможливають досягнення цілей на окремих етапах виробничої діяльності. Оцінку ризиків необхідно проводити по трьом основним ступеням:



Оцінка ризику для конкретного робочого місця і відповідного технологічного процесу при використанні конкретного обладнання і може бути проведена там, де є певні причини для стурбованості, або якщо стандарти і правила вимагають використання певних методів оцінки.

Оцінка ризику для певних робочих зон - це оцінка наступного рівня з концентрацією уваги на основні ризики в зонах і зазначенням необхідності подальших оцінок та заходів контролю.

Оцінка ризику для всього підприємства. Проведення такої оцінки можна вважати мінімальною вимогою. При цьому визначаються головні ризики із зазначенням рішень керівництва підприємства.



В даному процесі основне завдання полягає в аналізі та оцінці ризиків, рішення якого можна представити у вигляді наступних етапів:

1. Дослідження чинників невизначеності.
2. Визначення та угруповання можливих ризиків.
3. Відбір («фільтрація») ризиків, що підлягають обліку у виробничій діяльності.
4. Кількісна оцінка величини ризику.
5. Моніторинг виробничих ризиків.
6. Визначення заходів по нейтралізації наслідків настання певних ризиків або для визначення впливу непередбачених обставин.



Найбільш об'єктивним підходом щодо виявлення ризиків міг би бути статистичний підхід визначення ймовірності їх реалізації, однак у підприємства, як правило, відсутні дані про рівень прояву ризику за минулий період, зважаючи на статистичну не представленість їх реалізації для конкретних умов. Крім того, зміна зовнішнього і внутрішнього середовища може вплинути на значення ймовірності реалізації ризику, що не враховано в статистичних методах.

Для виявлення ризиків в умовах нестабільного зовнішнього і внутрішнього середовища, коли повторення ситуації практично нездійсненним можна використовувати методи експертних оцінок, суджень і особистого досвіду особи, яка приймає рішення.

У виробничій діяльності в основному використовуються емпіричні дані, накопичені за багатороків практикою підприємства, які де факто враховують цілий ряд ознак характерних саме для даного підприємства, таких як стан техніки і технології, рівень компетентності персоналу, культуру виробництва і інші характерні компоненти. Однак, використання даних за минулий період при плануванні та розробці стратегій на майбутній період має ряд обмежень. Одним з критеріїв прийняття рішення є рівень ризику, який характеризується, з одного боку, величиною невизначеності, а з іншого можливістю втрат.

Науковий підхід вимагає складання математичних моделей і проведення відповідного аналізу поведінки цих моделей для розглянутих ситуацій. Дуже складно уявити в математичній моделі поведінку безлічі компонентів підприємства. При цьому математична модель цих процесів буде перебувати в N-вимірному просторі. Незважаючи на це, в певних ситуаціях застосування математики для оцінки виробничих ризиків для персоналу підприємства, не тільки можливо, але й можна надати істотної допомоги при обґрунтуванні управлінських рішень.

Таким чином, необхідно зробити висновок, що основним завданням оцінки ризиків є надання необхідних даних для обґрунтування управлінських рішень. У зв'язку з високим рівнем мінливості показників зовнішнього і внутрішнього середовища необхідно не тільки виявити фактори ризику, які можуть вплинути на результати виробничих рішень, але і проводити моніторинг даних показників.

Для інформаційного забезпечення вирішення цих завдань необхідно реалізувати процеси контролю ризиків. Контроль ризиків здійснюється за допомогою створення і впровадження системи моніторингу ризиків, заснованої на оцінці індикаторів ризику в розрізі всіх напрямків діяльності підприємства. Необхідно розробити принципи оцінки та прогнозування ризиків і провести тестування на достовірність.

Контроль ризиків проводиться:

- первинно - для того, щоб скласти реєстр ризиків;
- періодично - щоб з'ясувати, що початкові оцінки ще є справедливими та усвідомити обсяг змін номенклатури ризиків.

Це допомагає підтримувати обізнаність про певні ризики або застосовується для визначення впливу непередбачених обставин та подій.



Крім оцінки ризиків в нормальних умовах роботи також необхідно визначити джерела небезпеки, що виникають в надзвичайних ситуаціях.

Потенційні джерела небезпеки та ризики, які можуть виникнути в надзвичайних ситуаціях, наприклад:

- при пожежі;
- при витоків хімікатів;
- при протоці небезпечних, горючих або вибухонебезпечних рідин;
- під час повені, землетрусу, удару блискавки, громадських заворушеннях, збоїв в енергопостачанні.

При визначенні джерел небезпеки доцільно використовувати відповідну методику, яка дозволяє адекватно виявити об'єктивно існуючі небезпеки і ризики.

Можна рекомендувати кілька добре розроблених методик, таких як: інспекція, контрольний лист (метод Елмері), аналіз безпеки робіт або обладнання, дослідження джерел небезпеки та експлуатаційної придатності (HAZOP - це скорочення англійських слів "HAZard" і "OPerability", що в перекладі означає дослівно «небезпека (загроза)» і «працездатність (обладнання і технологій)»).

Висновки:

1. Політика підприємства з питань охорони праці, повинна відображати відповідність управління охороною праці належними методами безпечного ведення робіт у всіх підрозділах підприємства і на кожному робочому місці.

2. Контроль ризиків для персоналу підприємства необхідно здійснювати на всіх рівнях виробничих процесів – робоче місце, робоча зона, підприємство в цілому.

3. На підприємстві необхідно розробити принципи оцінки та прогнозування ризиків і провести тестування на достовірність.

Література

1. Міжнародний стандарт ISO 45001. Системи менеджменту охорони здоров'я та безпеки праці. Вимоги і настанови щодо їх застосування. - [Електронний ресурс] - [iso-management.com/wp-content/.../ISO-45001-2018-perevod-ot-31-03-2018.pdf](https://www.iso-management.com/wp-content/.../ISO-45001-2018-perevod-ot-31-03-2018.pdf)

2. Шишков А.В. Математичні моделі реалізації існуючих ризиків в небажані події на підставі Марковських випадкових процесів.



Декстран та попередження технологічних порушень у виробництві цукру

Скорик Костянтин Дмитрович¹ - канд. техн. наук, проф.

Численні дослідження протягом останніх років показали, що сировина у бурякоцукровому виробництві з мікробіологічної точки зору може мати три типи ураження: лейконостоком (з утворенням декстрану), слизовим бактеріозом і ураження гнилями. На бурякоцукрових заводах України, як правило, зустрічаються всі три типи ураження в комплексі, але з переважною часткою того чи іншого типу. Ймовірність ураження значною мірою залежить від місця розташування цукрового заводу.

Перший тип ураження – лейконостоком – найчастіше зустрічається в південних та південно-західних областях країни. Для цих регіонів характерна відносно висока температура під час збирання цукрових буряків у поєднанні з дощами. Зараження ґрунтів лейконостоком також є основним фактором ризику виникнення цього типу хвороб буряків. Слизовий бактеріоз у цих районах зустрічається не так часто, що характерно і для ураження гнилями, особливо в кінці виробничого сезону.

Особливо негативним є багаторазове промерзання та відтаювання цукрових буряків, що призводить, головним чином, до гнилісного типу ураження. Якщо ж осінь тепла і дощова, то може бути спровокований розвиток як лейконостоку, так і слизового бактеріозу. Інфікування підприємства слизовим бактеріозом, на відміну від ураження лейконостоком, завжди супроводжується розвитком молочнокислих бактерій. Ці бактерії активно утворюють молочну кислоту і мають спроможність помітно понижати рН дифузійного соку і жомопресової води. Визначення вмісту молочної кислоти у вказаних напівпродуктах дає корисну інформацію для діагностики типу ураження верстату заводу. Справа в тому, що інфікування підприємства слизовим бактеріозом, на відміну від ураження декстраном, завжди супроводжується розвитком молочнокислих бактерій.

Що стосується власне декстрану, то його утворюють бактерії роду *Leuconostoc* (*L. mesenteroides* і *L. dextranicum*) – неспороутворюючі, факультативно-анаеробні коки, які мають форму ланцюжків. Характерною особливістю їх є здатність активно перетворювати сахарозу, глюкозу, фруктозу і рафінозу в декстран. Декстран – полісахарид, розгалужений полімер глюкози із α -1,6- та α -1,3-зв'язками. Залежно від ступеня полімерності декстран зустрічається в двох аморфних станах: у вигляді геля або желе та у вигляді

¹ Кафедра виробництва цукру та сахаридів ІПДО НУХТ



ущільнених конгломератів (кльока). Низькомолекулярний декстран, розчинений в дифузійному соку, дає дуже в'язкі розчини гелю. Виськомолекулярний декстран при контакті з повітрям набуває різноманітних форм кльока – у вигляді «рисових зерен», «волокон» в дифузійному соку. На пульпоуловлювачах утворюються щільні плівки молочно-білого кольору. На поверхнях обладнання і в комунікаціях заводу зустрічаються масивні слизові утворення, які схожі на жаб'ячу ікру. Характерною особливістю ураження лейконостоками є його проходження без симптомів на перших двох стадіях. На останніх стадіях, коли підприємство повністю уражено, відбувається швидке наростання проблем при очищенні і фільтруванні соків та в кристалізаційному відділенні. На ранніх стадіях лейконостоки слабо продукують молочну ксилоту, що не викликає зниження рН дифузійного соку. В окремих випадках можливе навіть його підвищення. З цієї причини ранні стадії ураження залишаються для технолога непомітними і не дають можливості своєчасно та оперативно побороти інфекцію на верстаті заводу.

Крім того, цукрові буряки, які уражені слизоутворюючими бактеріями, є не єдиним джерелом інфекції. Сам цукровий завод працює десятки років і стає накопичувачем лейконостока. При виникненні під час виробництва сприятливих умов цей лейконосток також може бути причиною інфікування верстату.

Присутність декстрану в дифузійному соку значно утруднює фільтрацію соків при їх очищенні, підвищує в'язкість сиропу і відтоків у відділенні кристалізації. Крім того, створює труднощі при заведенні кристалічних центрів у вакуум-апаратах, уповільнює процес кристалізації, впливає на габітус (форму) кристалів цукру, підвищується каламутність цукрових розчинів. Виробники безалкогольних напоїв часто перевіряють білий цукор на відсутність слизоутворюючих мікроорганізмів.

Таким чином, рання діагностика наявності декстрану є актуальним завданням і запорукою зведення до мінімуму втрат цукру у виробництві з цієї причини. Розроблено кілька методів визначення декстрану: метод вимірювання каламутності після додавання спирту, метод Робертса з міддю, хроматографічні методи (іонна хроматографія, гелева хроматографія). Інколи застосовують також імунологічний метод, спектроскопію або ядерно-магнітний резонанс. Вказані методи складно впровадити в повсякденний хіміко-технічний та мікробіологічний контроль цукрового виробництва.

В зв'язку з цим доцільно кожної доби проводити просте контрольне експрес-визначення загального інфікування підприємства слизоутворюючими бактеріями. Для цього можна проводити під мікроскопом визначення орієнтовної кількості слизу в осаді з апарату попереднього вапнування. Осад забарвлюють спеціальним



фарбником “black O”, який використовується в цій методиці. Можна вважати, що завод не інфіковано лейконостоком і слизоутворюючими бактеріями, якщо візуально під мікроскопом кількість часток осаду карбонату кальцію, які вкриті світлим слизом, не перевищує 10 %.



Перероблення цукрових буряків, які уражені лейконостоками, можливе при наявності на заводі певних запасів здорової сировини. В такому випадку, при подачі буряків в завод намагаються підтримувати частку інфікованих лейконостоками (декстраном) буряків (орієнтовно, не вище 10 %). За кордоном для боротьби з декстраном відносно часто застосовують фермент декстраназу, яким обробляють цукрові буряки перед подачею в бункер над бурякорізками, бурякову стружку, дифузійний або нефільтрований сатурційний сік. Витрата ферменту коливається в межах від 2 до 15 г/т соку. Враховуючи високу вартість ферменту декстранази важливо оптимізувати його витрату. На одному із цукрових заводів в Чехії інфікування лейконостоками було зменшено шляхом використання природного антибактеріального препарату – β -кислот хмелю.



Обов'язковою вимогою при переробленні ураженої декстраном сировини є ритмічна робота заводу і підтримання температурного режиму по верстату. Мікроорганізми, які утворюють декстран, відносяться до мезофільних бактерій і мають оптимум температури від 20 до 40 °С. На очищенні соків зменшують лужність і використовують схему одночасної вапнокарбонізації. Необхідно виконати раціоналізацію технологічної схеми заводу, з видаленням зайвих збірників, в яких може утворюватися декстран при понижених температурах. Скоротити по можливості довжину трубопроводів тощо.

Вказані заходи дозволяють полегшити хід виробництва при переробленні цукрових буряків, які уражені лейконостоками та отримувати якісний цукор.

Забезпечення цукрозаводів якісною сировиною при збиранні та зберіганні цукрових буряків



Мількевич Володимир Михайлович¹ - канд. техн. наук, доц.

Для одержання цукру який здатний конкурувати на зовнішніх ринках потрібна високоякісна сировина, в Україні це цукрові буряки.

На час збирання цукрових буряків коренеплоди повинні бути технічно стиглі. Коефіцієнт стиглості 0,6-0,7, при непошкодженому листовому апараті, М.Б.- фактор 25-30. Мати максимальну кількість цукру і мінімальну нецукрів, високу доброякісність клітинного соку.

На якість цукрових буряків значною мірою впливають терміни збирання.

Таблиця 1



Продуктивність і якість цукрових буряків залежно від термінів збирання

Показник	Термін збирання	
	14 вересня	1 жовтня
Урожайність коренеплодів, т/га	34,0	37,3
Цукристість, %	18	18,7
Збір цукру т/га	6,2	7,0
Вміст в коренеплодах, %:		
Калію	0,209	0,160
Натрію	0,038	0,030
α-амінного азоту	0,076	0,040
Чистота очищеного соку, %	93,1	94,5
Розрахунковий вихід цукру, %	15,4	16,1
Розрахунковий вихід цукру, т/га	5,2	6,0



Бачимо кращі технологічні показники цукрових буряків які зібрані в жовтні.

Для забезпечення цукрових заводів доброякісною сировиною в початковий період, необхідно в посівах цукрових буряків мати скоростиглі гібриди. Запорукою забезпечення цукрозаводів високоякісною сировиною, є своєчасне збирання коренеплодів, до настання морозів.

Викопані і не перероблені буряки повинні зберігатися на призаводських бурякопунктах, або в господарствах в польових умовах, з додержанням всіх вимог технології зберігання цукрових буряків.

Для зменшення втрат маси буряків і цукру від негативних факторів зовнішнього середовища при зберіганні, поверхні кагатів слід обробляти розчином вапняного молока, вкривати нетканим полотном.



¹ Кафедра виробництва цукру та сахаридів ІПДО НУХТ

Втрати маси буряків і цукру менші при вкритті коренеплодів землею і нетканим полотном.

Для пониження температури в середині кагату, зменшення інтенсивності дихання коренеплодів, застосовують вентилювання коренеплодів в кагатах. При відсутності вентиляційних майданчиків, застосовують вентиляцію самопливом з використанням діючих гідротранспортерів.

Таблиця 2

Втрати маси буряків і цукру при різних способах польового зберігання

Способи польового зберігання	Втрати маси буряків, % при різних термінах зберігання, діб				Втрати цукрози, % від вихідного вмісту при різних термінах зберігання	
	3	5	10	15	10	15
Кагати вкриті: землею на 20-25 см.	0,8	1,5	2,5	4,2	0,42	0,72
Нетканим полотном	1,1	1,9	4,1	5,2	0,50	0,81
Солом'яними матами	1,7	2,5	5,4	7,7	0,63	1,01
Гичкою на 20 см	2,1	3,4	7,1	10,4	0,77	1,24
Кагати без укривання	3,8	5,6	9,9	16,8	1,31	1,83
Валки без укривання	4,4	6,1	11,5	17,9	1,70	2,21

Для зменшення впливу мікроорганізмів на коренеплоди при їх зберіганні, застосовують біоцидні препарати, фунгіцид кагатник. Фунгіцид кагатник може застосовуватись для боротьби з гнилями коренеплодів і при вегетації рослин, він також сприяє більш активному накопиченню цукру в коренеплодах, завдяки активізації відтоку поживних речовин з листків в коренеплоди.

Висновки:

1. Збирання цукрових буряків проводити в оптимальні терміни, першочерговим терміном при визначенні терміну початку збирання, повинен бути фактор технічна стиглість буряків.

2. Добиватися зменшення механічних пошкоджень коренеплодів на всіх ділянках: збиранні, навантаженні, при укладанні буряків в кагати.

3. При відсутності вентиляційних майданчиків, для зниження температури в кагатах застосовують вентиляцію самопливом з використанням діючих гідротранспортерів.

4. Для зменшення дії мікроорганізмів на коренеплоди, при укладанні коренеплодів на збереження застосовувати біоцидні препарати. Проти гнилей коренеплодів під час вегетації та зберіганні використовувати фунгіцид кагатник.

Заходи щодо зниження витрат води на охолодження в бурякоцукровому виробництві



Сорокін Анатолій¹

Вступ. Питання зниження витрат води в бурякоцукровому виробництві є на сьогодні одним із актуальніших. Його вирішення слід здійснювати шляхом впровадження в виробництво новітніх технологій, які дозволять максимально скоротити споживання води на виробничі потреби; застосуванням мало- або безводних технологічних процесів з повторним використанням відпрацьованих вод у виробничих циклах; будівництвом повністю замкнених оборотних систем промислового водопостачання із залученням очищених стічних вод в оборот, а також заміною водяного охолодження на повітряне.

Об'єкт дослідження. На сьогодні на цукрових заводах України значна частина води (більше 800% до маси буряків) використовується на процеси охолодження, такі як конденсацію вторинної пари з вакуум-апаратів та останнього корпусу випарної установки, вторинної пари з вакуум-фільтрів; та ін. Передавання теплоти у вказаних теплообмінних процесах відбувається як шляхом безпосереднього контакту охолоджувальної води з теплоносіями, так і через поверхню теплообміну.

З метою зниження витрат свіжої води для охолодження і конденсації пари в цукровому виробництві використовують оборотні системи водопостачання, вода яких повинна задовольняти ряд вимог; (наприклад, температура не повинна перевищувати 22...24°C), охолоджувальна вода не повинна містити завислих речовин крупністю 0,05 мм/с у кількості, що не перевищує їх концентрацію у воді 200 мг/л.

Охолоджувальна вода не повинна містити органічних речовин, які призводять до біологічних обростань на охолоджувачах.

Для охолодження при теплообмінних процесах у цукровому виробництві використовують оборотну воду після її охолодження, аерації та знезаражування, а також промислову воду з джерел водопостачання.

Результати: Результати досліджень якості оборотних вод на діючих цукрових заводах, які виконані в свій час ВНДІЦП, свідчать про те, що ці системи експлуатуються зі значними скидами оборотних вод у стічні води, які передбачені нормативами, що призводить як до значного підвищення витрат свіжої води для підживлення оборотних систем водопостачання, так і до збільшення кількості стічних вод.



¹ Кафедра виробництва цукру та сахаридів, ІПДО НУХТ



Аналіз причин, внаслідок яких скидаються циркуляційні води із системи, показує, що основна з них — погіршення якості оборотної води, яка не задовольняє вимог до якості цієї води, яка приведена вище.. Це, насамперед, підвищена температура води, яка повертається в завод — близько 26...32°C, високий ступінь забруднення води органічними речовинами — продуктами виробництва, а також зависями механічного та біологічного походження.

Відомо, що стабілізація якості води в оборотних системах досягається за допомогою продування, тобто скиданням частини циркуляційної води у стічні води, або передачею частини оборотної води в інші більш забруднені оборотні системи.

У замкнених оборотних системах стабілізацію проводять виведенням частини циркуляційної води для коригування її якості з наступного повернення цієї води в оборотну систему. Стабілізаційні витрати в замкнених системах розраховують з урахуванням того, що об'єм підживлюючої свіжої води має компенсувати лише фізичні втрати та витрати, зумовлені витратами на власні потреби.

Критерієм задовільної якості оборотної води є відповідність показників якості циркуляційної води тим вимогам, які пред'являють до її якості споживачами, а у відношенні загального солевмісту і вмісту окремих іонів — гранично допустимим концентраціям, перевищення яких веде до інтенсивної корозії трубопроводів та теплообмінної апаратури або до їх інкрустації.

Результати досліджень щодо стабілізації якості оборотних вод І категорії головного корпусу цукрових заводів, виконані УкрНДІЦП, як на моделі оборотної системи, так і в напівпромислових умовах, наближених до виробничих, показали принципову можливість переведення цієї оборотної системи водопостачання на замкнений режим роботи.

Стабілізації якості циркуляційної води в цій системі, як показали до слідження, досягається за умови удосконалення її схеми. Суть удосконалення схеми оборотної системи вод І категорії головного корпусу полягає у наступному: виключення всіх можливих шляхів надходження забруднюючих речовин у циркуляційні води. Забезпечується це, насамперед, за рахунок дотримання вимог по експлуатації та удосконалення конструкції групових сепараційних пристроїв уфельної пари з підвищенням їх ефективності щодо затримання крапле- і бризковинесень із вакуум-апаратів, а також за рахунок фільтрування частини циркуляційної води.

Експерименти показали, що для цієї мети доцільно використовувати фільтри із зернистим завантаженням. Результати виробничих випробувань радіального фільтра з зернистим завантаженням і ежекторною системою промивки на Погребищенському цукровому заводі в оборотній системі вод І категорії головного корпусу по-

казали, що стабілізацію якості циркуляційної води щодо завислих речовин вирішується методом фільтрування частини води з наступним поверненням відфільтрованої води в оборотну систему. Вказаний радіальний фільтр з ежекторною системою промивки зернистої загрузки (піска) був розроблений ВНДІЦП та Смелянським СКБ і виготовлений на Яготинському механічному заводі. Продуктивність радіального фільтра по воді під час випробувань складала 110-120 м³/год.

Удосконалення схеми оборотної системи вод І категорії включає поліпшення конструкції охолоджувача, що забезпечує потрібний ступінь охолодження циркуляційної води.

Висновки: Перелічені заходи щодо стабілізації якості оборотних вод дозволять експлуатувати оборотну систему вод І категорії головного корпусу цукрового заводу в замкненому режимі, який забезпечує зниження використання свіжої води і значне зменшення скидів забрудненої води у стічні води, очищення яких, як відомо, потребує значних експлуатаційних затрат.

Використання повітряного охолодження в цукровому виробництві, як показали розрахунки, а потім і проведені експерименти, дозволяє не тільки знизити витрати охолоджувальної води (близько 500% до маси буряків), а й значно зменшити капітальні затрати на будівництво оборотної системи вод І категорії головного корпусу, а також знизити експлуатаційні затрати, основними статтями яких є витрати електроенергії та утилізація тепла конденсатів, що повертаються в цьому випадку у виробництво.



Особливості лідерства буряко-цукрового кластера в контексті тенденцій і закономірностей зміни клімату

Сінельников Борис Васильович¹ – канд. екон. наук

Сінельникова Каріна Василівна¹ – студ.

Вступ. Зміна клімату, яку тривалий час не визнавали її існування, зараз увійшла до переліку глобальних екологічних проблем. На початку ХХІ ст. масштаби її прояву перетворилися на потужний чинник впливу на глобальні економічні процеси і соціально-економічний розвиток суспільства, продовольчу та енергетичну безпеку. В дослідженні проаналізовано сучасний стан буряко-цукрового комплексу та розроблено стратегію зростання його конкурентоспроможності на основі нових принципів лідерства, як нової парадигми, породжену процесом еволюції в умовах сучасної трансформації суспільства.

Ключові слова: лідерство, зміна клімату, буряко-цукровий кластер, стратегічне прогнозування, органічне землеробство, нанотехнології, адаптація до зміни клімату, фотосинтез, великий цикл, нові знання.

Формування мети дослідження.

Метою дослідження є аналіз особливостей впливу зміни клімату на буряко-цукровий кластер для подальшого використання тенденцій і закономірностей як в наукових дослідженнях, так і практичній роботі.

Методи досліджень. Теоретичною базою дослідження є системний підхід В.В.Вернадського з орієнтацією на стійкий розвиток національного господарства в контексті рішень Римського клубу про зміну клімату.

Виклад основного матеріалу

Минуле, теперішнє і майбутнє людства пов'язані між собою загальними закономірностями еволюційного розвитку природи і суспільства.

Кожні 5125 років планета Земля і Сонячна система на своєму шляху во всесвіті досягають крапки, коли закінчується один і починається новий великий цикл, який буде супроводжуватись зміною магнітних полів Землі, клімату, ресурсів, рівня морів і океанів і т.д. Зараз закінчився V-й і почав еволюційний розвиток VI-й великий цикл.

У світовій практиці відомі два типи реагування на кліматичну зміну – адаптація та обмеження. Обмеження спрямовані на скорочення викидів в атмосферу парникових газів. Цей тип реагування призвів кращі цукрові заводи до активного впровадження нових

¹ Київський університет ім. Бориса Грінченка



технологій – отримання біогазу з відходів цукрового виробництва і використання його в якості палива замість кам'яновугільного.

Адаптація передбачає реалізацію заходів, що дозволяють пристосувати підприємства до змін, що відбуваються, враховуючи як вигоди, так і збитки від них.

Буряко-цукрове виробництво – стратегічна галузь національного господарства. Втрата її експортного потенціалу призвела до зменшення посівних площ цукрових буряків, обсягів заготівлі їх та розбалансованості між виробничими потужностями, створеному в минулому, і сучасними сировинними ресурсами. Галузь повинна відновити позиції серед лідерів з виробництва цукру і стати важливим джерелом наповнення державного і місцевих бюджетів України.

Сучасна цивілізація перебуває на переломному етапі свого розвитку. Людству належить змінити стратегію, яка має проявлятися в переході до сталого розвитку, який враховуватиме інтереси прийдешніх поколінь.

На основі вивчення перехідних процесів буряко-цукровий кластер майбутнього характеризуватиметься такими особливостями:

- зміною клімату на планеті Земля, що вплине на виробництво та якість цукрових буряків;
- прогнозуванням врожайності цукрових буряків з допомогою штучних супутників планети Земля;
- зміна клімату створить економічні переваги до переходу вирощування цукрових буряків 2 рази на рік;
- зміна клімату окаже вплив на строк посадки і механізоване збирання сировини, тривалість виробничого сезону, розміщення посівів сировини і цукрових підприємств, конкурентоспроможність заводів та галузі на міжнародному ринку;
- апоміксис і штучний відбір приведуть к створенню цукрових буряків і гібридів з більш кращими господарськими якостями.

Перехід до органічного землекористування є важким і не відразу вирішуваним питанням. Він дає можливість:

- забезпечити збереження і відтворення родючих ґрунтів;
- підтримувати біологічні цикли в системі господарювання, включаючи мікроорганізми, флору і фауну;
- органічне відновлення на основі нових знань сформує умови для його подальшого розвитку відповідно до напрямів досліджень Римського клубу, який поставив завдання попередження глобальної екологічної загрози;
- зростання температур може спричинити і розширити ареал існування окремих видів шкідників та збудників рослинних захворювань;





- одночасний вплив підвищення температури атмосферного повітря і строків випадання осадків підсилюватиме ризики в сільському господарстві.

Важливе значення в таких умовах буде належати обробці цукрових буряків з допомогою роботів.

Зміни клімату і відтворення цукрових буряків окажуть вплив на освоєння нанотехнології заводів майбутнього:

- pojawíться ще один важливий чинник – екологічний, який визначатиме конкурентоспроможність підприємств;
- моральним старінням традиційних дифузійно-випарної, вапняно-вуглекислотної технології.



Важливе значення для майбутнього цукрового заводу є нові знання про фотосинтез цукрози в цукрових буряках.

Нові знання про фотосинтез в формуванні цукрози та транспортування її з листів в корінь, та переробка їх з допомогою негативно (позитивно) заряджених нанорозмерних частиць становить новий підхід к технології цукрового виробництва.

Очищення цукрових розчинів від домішок (мікро та ультрафільтрування), згущування очищеного соку (нанофільтрування та зворотний осмос) на принципах мембранної технології визначають вигляд буряко-цукрового заводу майбутнього.

Висновки:



Еволюція обробки цукрових буряків і вдосконалення технології їх переробки не завершилися. Диверсифікація переробки сировини на цукрових заводах відкриває нові ринки і нові можливості лідерства. Ризиків і невизначеностей на цьому шляху багато. Їх вирішення дасть можливість повисити ефективність цукрового кластеру та зберегти клімат на планеті Земля відповідно рішень міжнародних і національних організацій з охорони навколишнього природного середовища.

Для вирішення розглянутих питань необхідно підготувати лідерів з інноваційним мисленням для створення нових ідей і механізмів їх реалізації.



Використання інформації про вплив кліматичної зміни на цукровий кластер та адаптація відповідних заходів може допомогти не лише мінімізувати збитки, але й отримати вигоди від змін, що будуть відбуватися.

Актуальними стануть питання вивчення у ВНЗ принципово нових предметів: штучний інтелект, нанотехнології, роботи і маніпулятори, стратегічне прогнозування, філософія техніки, лідерство.

Зміна клімату, відтворення цукрових буряків та їх переробки визначають об'єктивну необхідність змін в організації виробництва та міжнародному розподілу праці.

Для вирішення складних питань, розглядаємих в дослідженні необхідно додатково розробити ряд психологічних питань:

- розвитку трудових колективів;
- нових технологій;
- інвестицій;
- спорту;
- ринкових стратегій;
- лідерства в умовах подальшого розвитку глобалізації.

Література

1. Сінельников Б.В. Асиміляція CO₂ рослинами як теоретична основа освоєння мікро- і нанотехнологій в контексті розвитку кластера цукробурякового виробництва. Продовольчі ресурси: зб. наук. пр.; Ін-т прод. ресурсів НААН України – В: ТОВ «НІЛАН-ЛТД» 2017. - № 8, -204 с. ISBN 978-966-92У-517-5

Харчовий сироп підвищеної біологічної цінності із цукрових буряків

Сизоненко О.І.¹

Крапивницька І.О.¹ - *ст.н.сп., канд. техн. наук*

Кушнір О.В.¹ - *канд. техн. наук*

Омельчук Є.О.¹ - *канд. техн. наук*

Традиційною сировиною для виробництва цукру в Україні є цукрові буряки. Асортимент продукції бурякоцукрового виробництва спрямований на випуск цукру-піску, цукру-рафінаду, рідкого цукру, де основною речовиною є сахароза. Всі речовини, які екстрагуються із цукрових буряків, вважаються шкідливими щодо отримання сахарози і їх за прийнятою термінологією відносять до нецукрів. Проте цукрові буряки за хімічним складом можна віднести до цінної рослинної сировини з високим вмістом біологічно-активних речовин. З вуглеводів найбільше значення мають: глюкоза, фруктоза, сахароза, пектинові речовини. Органічні кислоти представлені бурштиною, яблучною, лимонною та іншими. кислоти. Азотисті речовини містяться в коренеплодах у вигляді білків, представлених протеїнами (альбуміни, глобуліни тощо) та протеїдами, а також у вигляді амінокислот (лейцин, ізолейцин, тирозин, аспарагінова і глутамінова кислоти), амідів кислот (аспарагін, глутамін), органічних основ (бетаїн, холін, лецитин). У золі коренеплодів містяться калій, натрій, кальцій, магній, залізо, фосфор, силіцій, бор, марганець, цинк, а також зустрічаються літій, йод, мідь та інш. Жироподібні речовини представлені лецитином, а жирні кис-

¹ Національний університет харчових технологій



лоти - олеїноюю та пальмітиноюю. Цукрові буряки містять вітаміни В₁ В₂, В₆, С, Р, РР, пантотенову та фолієву кислоти, сапоніни.

Нами запропоновано спосіб отримання харчового сиропу із цукрових буряків, до складу якого, крім моно-, дисахаридів, входять органічні та амінокислоти, мікро-, мікроелементи та інші біологічно-активні речовини. Основними стадіями отримання сиропу є: екстрагування розчинних речовин із цукрового буряка при рН 3,4–4,0, оброблення екстракту ферментними препаратами, очищення, концентрування екстракту. Особливістю технології є проведення процесів в кислому середовищі з метою забезпечення протікання процесу інверсії сахарози для отримання сиропу з високим вмістом глюкози та фруктози, попередження окиснення фенольних сполук цукрових буряків ферментом поліфенолоксидазою, проведення процесів очищення соку із застосуванням мембранних технологій. Досліджено очищення бурякового екстракту на ультрафільтраційній пілотній установці з керамічними мембранами фірми Westfalia Separator Membraflow, а також вплив ультрафільтраційного очищення на мікробіологічні показники соку, які впливають на якість харчового сиропу, тривалість та умови зберігання.

Література

1. Seres Z., Gyura J., Eszterle M., Djuric M. Separation of non-sucrose compounds from syrup as a part of the sugar-beet production process by ultrafiltration with ceramic membranes // European Food Research and Technology. – V. 223. – № 6. – 2006. – P. 829-835.

Вплив нанорозмірного гідроксиду алюмінію на структурно-механічні властивості бурякової тканини



Никитюк Тарас¹ – асп.

Олішевський Валентин¹ – канд. техн. наук, доц.

Бабко Євген¹ – канд. техн. наук, доц.

Бабко Діана¹ – студ.



Вступ. Традиційний дифузійно-пресовий спосіб вилучення сахарози з бурякової стружки з поверненням жомопресової води на екстрагування не завжди забезпечує необхідний ступінь її вилучення. Максимально ефективно екстрагування сахарози із бурякової стружки може бути досягнуто при такому режимі всього процесу, коли бурякова тканина має оптимальні показники пружності та міцності. З огляду на це, на сьогоднішній день актуальними є питання підвищення структурно-механічних властивостей бурякової стружки, а саме збереження цілісності структури її тканини в процесі сокодобування [1, 2].

Методика. Дослідження структурно-механічних характеристик бурякової тканини проводили наступним чином: із коренеплоду цукрового буряка отримували зразки циліндричної форми з розміром діаметра d 50 мм та товщиною (висотою h) 25 мм. Кожен з отриманих зразків підлягав тепловій обробці у водних розчинах різних реагентів при температурі 70...72 °С при тривалості досліду 60 хв [4, 5].

Матеріали. В якості реагентів використовували розчини CaSO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ та нанорозмірний гідроксид алюмінію $\text{Al}(\text{OH})_3$, одержаний методом підводного електроіскрового синтезу [Патент 38461 UA] та комбінації водних розчинів даних реагентів.

Результати. Результати дослідження впливу нанорозмірного гідроксиду алюмінію $\text{Al}(\text{OH})_3$ на структурно-механічні характеристики бурякової тканини наведені на Рисунку 1 та Рисунку 2. Проаналізувавши діаграму деформаційних змін (Рисунок 1) можна сказати, що обробка зразків бурякової тканини додатковими розчинами $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, CaSO_4 , $\text{Al}(\text{OH})_3$ та їх комбінаціями в процесі екстрагування при температурі 70–72 °С, дозволить зменшити ступінь деформації зразків бурякової тканини порівняно зі зразком, що не піддавався обробці додатковими реагентами.

Висновки. Всі додаткові реагенти покращують пружні характеристики бурякової тканини, при цьому нанорозмірний гідроксид алюмінію $\text{Al}(\text{OH})_3$, самотійно або в комбінації з іншими реагентами, показав, що саме його наявність в розчині додаткового ре-



¹ Національний університет харчових технологій

агенту гарантує кращі структурно-механічних показники бурякової тканини.

Застосування в процесі екстрагування нанорозмірного гідроксиду алюмінію $\text{Al}(\text{OH})_3$, одержаного методом підводного електроіскрового синтезу, забезпечить збереження цілісності структури бурякової тканини в процесах виробничого екстрагування та пресування; гарантує високу якість екстрагенту, дифузійного та очищеного соку.

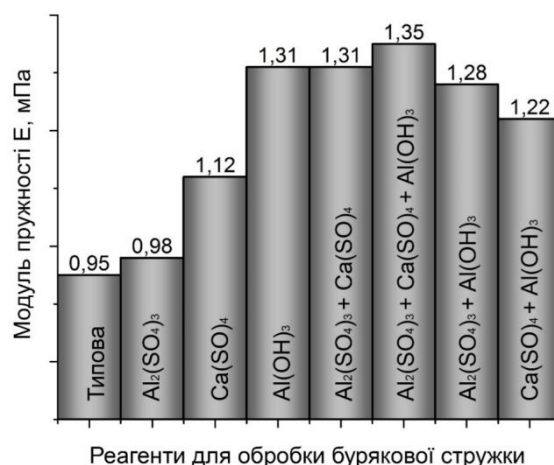
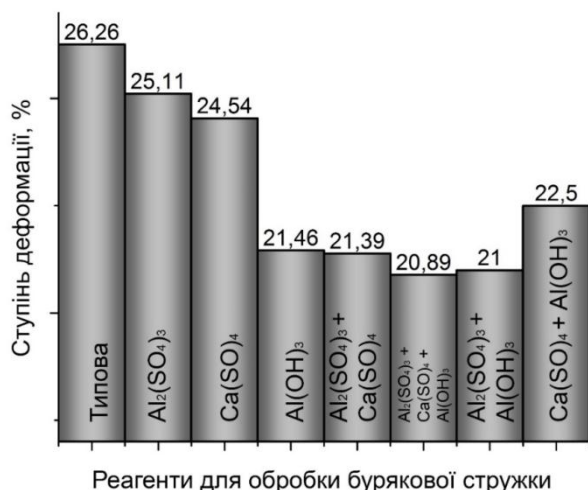


Рисунок 1. Показники деформаційних змін в зразках бурякової тканини при використанні різноманітних реагентів у процесі екстрагування сахарози при температурі 70–72 °С

Рисунок 2. Показники модуля пружності зразків тканини цукрового буряка при використанні різноманітних реагентів у процесі екстрагування сахарози при температурі 70–72 °С

Література

1.Asadi M. (2007), Beet Sugar Handbook, John Wiley and Sons, Hoboken, New Jersey, pp. 162–163, 435–450.

2.Bogdanovic, Branislav V., Seres, Zita I., Gyura, Julianna F. (2013), The influence of extraction parameters on the quality of dried sugar beet pulp, *Hemijaska industrija*, Volume 67, Issue 2, Published: Mar-Apr, pp. 269–275

3.Ermanno Prati, Franco Maniscalco (2013), How to improve the performance of pulp pressing? *Sugar industry-zuckerindustrie*, Volume 138, Issue 3, March, pp. 171–174.

4.Ukrainets A., Olishhevskiy V., Pushancko N., Babko E., Nykytiuk T. (2016), Development of resource-saving process of extraction of sucrose from sugar beet using aluminum nanocomposite, *Improvement of processes and equipment - a pledge of innovative development of the food industry, materials of the interface. science-practice Conf.*, 8-10 November, Kyiv, NUFT, pp. 117–119.

5. Olishhevskiy V., Ukrainets A., Lopatko K., Pushancko N., Babko E., Vilchenko A., Kostyuchenko V., Marynin A., Nykytiuk T., Lapshin S., (2016), Experience of using nanocomposite of aluminum in beet-sugar production, *Sugar of Ukraine*, №11–12 (131–132), pp. 11–17.



Практичні аспекти використання запірно-регулюючої арматури в цукровому виробництві

Мирончук Валерій Григорович¹ – *д-р техн. наук, проф., зав. кафедри*
Володін С.О.¹ – *асп.*

Туфекчі В.І.¹ – *асп.*



Автоматизовані комплекси обладнання цукрового виробництва удосконалюються з кожним роком. Збільшення продуктивності, підвищення якості зменшення втрат кінцевого продукту – вимагають впровадження інноваційних технічних рішень для виконавчої елементної бази, зокрема елементів керування матеріальними потоками. До таких рішень відносяться елементи запірної та регулюючої арматури, здатні сприймати корозійні, агресивні, токсичні впливи робочого середовища, а також змінні режими тиску, температури, вакууму.

Технологічний комплекс підприємства цукрової промисловості складається із ділянок заготівлі, зберігання, підготовки сировини до переробки, відділень отримання соку, очищення дифузійного соку, ділянок отримання готового продукту, зберігання, а також допоміжного виробництва. На основі проведеного нами аналізу виробництва цукру з'ясовано, що в технологічному процесі може використовуватися широкий спектр показників властивостей процесу. Але в більшості задач все зводиться до регульованої підтримки технологічних параметрів, витрат соку, пара, води, вапна, газу, а також температури, тиску і т.ін. Важливе значення для досягнення ефективного виробництва цукрової продукції має продуктивність процесу виробництва - правильний підбір і розрахунків обладнання та технологічних комунікацій.



Цукрові заводи оснащені трубопроводами: паровими, водяними, конденсаторними та особлива увага приділяється соковим, сиропним і патоковим трубопроводам для подачі вапна і вапняного молока.

Для того щоб завод працював ефективно на повну потужність, необхідно, щоб обладнання, і трубопроводи мали можливість переробляти і пропускати розрахункову кількість сировини, рідини,



¹ ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, НУХТ

пара, а також підтримувати технологічні параметри виробничого процесу. Регулювання пара і рідин необхідно здійснювати за рахунок застосування різного виду запірних і регулюючих пристроїв. Таким чином, виникає необхідність автоматичного регулювання перетинів трубопроводів шляхом використання заслінок з пневмоприводом, електроприводом та слідкувальними комплексними приводами. Технічна продуктивність трубопроводів визначається через продуктивність заводу із наступного виразу:

$$A = \frac{T \cdot \pi \cdot 100 \cdot D^2 \cdot u \cdot \rho}{4 \cdot k \cdot a}, m/доба.$$

Невідома величина D (діаметр трубопроводу) визначається за заданою необхідної потужності заводу A : де T - тривалість доби, (86400с); u - швидкість руху продуктів в трубопроводі, м/с; ρ - щільність переміщуваного продукту, т/м³; a - кількість переміщуваного продукту, % до маси буряка; k - коефіцієнт нерівномірності надходження середовища; наприклад, для трубопроводів підведення пари до випарної станції $k = 1,5-1,6$; інших корпусів випарної установки $k = 1,25$; для соку, сиропу, вапняного молока, води $k = 1,0-1,5$. Крім правильності розрахунку комунікацій на виробничих ділянках цукрового заводу, важливу роль на ефективність виробництва надає і підбір безпечного обладнання, його продуктивність, розміри і кількість бункерів, ємностей, час протікання різних технологічних процесів в обладнанні. В ході досліджень встановлено - на ефективність виробництва впливають і такі показники, як: цукристість (масова частка сахарози в буряках або в бурякової стружці, вираз у відсотках), доброякісність (масова частка сахарози в перерахунку на сухі речовини, виражена у відсотках), сухі речовини (тверді речовини, розчинні і нерозчинні у воді, що містяться в буряку і в продуктах цукрового виробництва), втрати цукру (кількість сахарози, що міститься у відходах з дифузії і в фільтраційному осаді або в адсорбері, виражене у відсотках до маси переробленої сировини), невраховані втрати цукру (різниця між загальними втратами цукру в виробництві та врахованими, виражена у відсотках до масі переробленої сировини), рандеман (розрахунковий вихід кристалічної сахарози з сировини в результаті повної переробки його, виражений у відсотках до його масі), вихід цукру (кількість сахарози, виробленої із сировини, у відсотках до його маси), коефіцієнт заводу (показник, що характеризує вихід цукру у відсотках до масовій частці цукру, введенного в завод з сировиною). Питанням оптимізації цукрового виробництва присвячено досить багато, як теоретичних, так і прикладних досліджень. Основними критеріями управління в цих роботах, є:

- збільшення виходу цукрової продукції;
- зниження питомої витрати енерговитрат;

- зниження питомих витрат інших матеріалів і втрат.



Отже, для забезпечення процесу управління технологічним процесом, відповідно до представлених основними критеріями, необхідно мати дані про сам процес та обладнання. Для досліджень нами обрано широкий діапазон запірно-регулюючої арматури компанії КАМОЦЦІ, що дає можливість вирішувати складні технологічні задачі. Номерклатура цієї елементної групи складається із більше 1000 найменувань, зокрема: сидельні та відсічні клапани, шарові та дискові поворотні заслінки, заслінки типу «Батерфляй», електричні і пневматичні поворотні приводи.

В залежності від області використання, робочого середовища та температури, обрані елементи для забезпечення удосконаленої компоновки запірно-регулюючої арматури із наступними видами матеріалів: латунь, неіржавна сталь, чавун, PVC. В якості ущільнень основними видами є: EPDM, NBR, VITON, NYPALON, SILICONE. Додаткова група елементів для керування запірно-регулюючою арматурою це: електропневморозподільники, датчики місцеположення, регулятори тиску, пневматичні острова, контрольно-вимірювальні елементи. Узагальнення робочих характеристик дає можливість полегшити вибір групи запірно-регулюючої арматури на першому етапі: номінальний умовний переріз змінюється від 10мм до 600мм; робочий тиск обмежено пороговим значенням 500 бар; робочі температурні режими у межах від 0°до 200°С (за замовленням до 500°С). Вдале поєднання технічних рішень із правильно підібраними матеріалами групи запірно-регулюючих елементів підтверджено сертифікатами ISO 9001, ATEX (рис.1).



*Рис.1. Приклад реалізації адаптивного керування для вимірювання умовної пропускної здатності ІТЕМ 375 - дросельний клапан типу "Wafer" для установки між фланцями фільтр-пресової установки:
1 – електропневмопривод ІТЕМ 375; 2 - трубопровод*



Висновок. Оцінка параметрів виконується в оперативному режимі. Знайдені параметри моделі об'єкта А використовуються для проектування технологічної ділянки відповідно до критерію оптимальності. В ході досліджень розроблені комплекси керування елементами запірно-регулювальної арматури Камоцці, зокрема дросельним клапаном. Емпіричними методами проведено розрахунок витратних характеристик для оцінки роботи регулюючих клапанів і запірних елементів.

Література

1. Vrabie D. Neural network approach to continuous-time direct adaptive optimal control for partially unknown nonlinear systems / D. Vrabie, F. Lewis // Neural Networks. – 2009. – V.22. – №3. – P. 237-246
2. Bai E.-W. Identification of IIR nonlinear systems without prior structural information / E.-W. Bai, R. Tempo, Y. Lin // IEEE Tr. Aut. Control. – 2017. – V. 52. – N 3.– P. 442-453.

Модернізація екстракторів безперервної дії нахиленого типу

Люлька Дмитро Миколайович¹ - канд. техн., доц.



Дифузійні апарати нахиленого типу знаходять широке використання на цукрових заводах. Очевидними перевагами цих апаратів є невелика металоємність, простота конструкції, простота обслуговування та процес екстрагування здійснюється в одній ємності – все це посприяло широкому розповсюдженню даного типу апаратів.

Одним з недоліків дифузійного апарату нахиленого типу є низька температура сокостружкової суміші в його початкових секціях, що призводить до зниження продуктивності дифузійного апарату внаслідок низької швидкості дифузії сахарози в розчин та підвищеного її вмісту в жомі.

Модернізацією передбачено вдосконалення конструкції дифузійного апарату нахиленого типу за рахунок введення додаткових площ нагрівання в його 1-шу та 2-гу секції, що дозволить покращити прогрівання сокостружкової суміші до оптимальної температури по всьому поперечному перерізу. За рахунок цього буде досягатись максимальна швидкість екстрагування сахарози в



¹ Кафедра технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування, НУХТ



воду, втрати сахарози в жомі значно зменшаться, а продуктивність апарату зросте.

Стружка, яка подається в дифузійний апарат, повинна швидко прогріватися до оптимальної температури при якій забезпечується інтенсивне екстрагування сахарози в воду. Швидкість прогрівання стружки, відповідно і швидкість дифузії сахарози, можна збільшити за рахунок подачі в парові камери пари вищого потенціалу. Проте це може призвести до того, що бурякова стружка, яка знаходиться біля парових камер, під впливом високої температури буде розварюватися, внаслідок чого утвориться мезга, заб'ються пори між стружинками, погіршиться її омивання екстрагентом. Прогрівання стружки по перерізу апарату не рівномірне, середні шари сокостружкової суміші знаходяться при низькій температурі. Досягти позитивного результату при цьому не вдається.



Працює модернізований дифузійний апарат нахиленого типу таким чином. Холодна стружка, потрапляє в дифузійний апарат через шахту, швидко підігрівається до оптимальної температури, при якій швидкість екстрагування сахарози максимальна, для чого в парові камери дифузійного апарату подається пара.

Швидкість прогрівання стружки в початкових секціях дифузійного апарату збільшується при подачі пари також в розсікач.

В ньому пара конденсується та віддає теплоту через бокові та нижню поверхні сокостружковій суміші. При обертанні гвинтових шнеків, бурякова стружка не переміщується, а транспортується знизу до верху по довжині апарату, чим забезпечується протитечійний рух стружки та екстрагента.



Вирішити проблему нагрівання стружки в початкових секціях дифузійного апарату та її нерівномірного прогрівання по поперечному перерізу апарату можливо за рахунок встановлення додаткових площ нагрівання в вигляді частини розсікача.

При подачі пари в розсікач, відбувається додаткове нагрівання сокостружкової суміші через його нижню та бокові теплообмінні поверхні, які контактують з сокостружковою сумішшю, що дозволяє створити оптимальні умови для протитечійного екстрагування. Тобто, виконуються умови для інтенсивного проходження протитечійного дифузійного процесу при оптимальній температурі, в результаті чого покращиться екстрагування сахарози в воду і, відповідно, зменшаться її втрати в жомі (висолодженій стружці).



Висновок. Результат від використання запропонованого технічного рішення полягає в покращенні процесу дифузії сахарози з бурякової стружки в воду. Вихід цукру по заводу внаслідок більш повного висолодження бурякової стружки збільшиться, а втрати сахарози в жомі будуть мінімальні.

АЛФАВІТНИЙ ПОКАЗЧИК

А

Антоненко Олександр Євгенійович, 72
Арнаут Владимир, 97

Б

Бабко Діана, 135
Бабко Євген, 135
Боровий Володимир Миколайович, 72

В

Василенко Олександр Володимирович, 34
Василенко С.М., 47
Виговський Валерій Юрійович, 89

Г

Галацан Л.А., 18
Грабовська О.В., 76
Гусятинська Н.А., 85

К

Коваленко Натаалія, 97
Коваленко Олег, 97
Крапивницька І.О., 133
Кухар Володимир Миколайович, 47, 67, 72
Кухар Олександр Володимирович, 72
Кушнір О.В., 133
Куянов Владимир, 97

Л

Люлька Дмитро Миколайович, 140

М

Мельник Олександра, 36
Мирончук Валерій Григорович, 40, 137
Мількевич Володимир Михайлович, 67, 125
Мойш Ульяна, 30
Моканюк Ю.О., 67
Мухіна Катерина Євгенівна, 110

Н

Нечипор Т.М., 85
Никитюк Тарас, 135

Нирко Ярослав Володимирович, 106, 114, 118

О

Олішевський Валентин, 135
Омельчук Є.О., 133

П

Петренко В.П., 54
Петриченко І.Б., 81
Прядко М.О., 54

Р

Рева Леонід Павлович, 89
Резніченко Ю.М., 81
Рябчук О.М., 54

С

Саповський Віталій Дмитрович, 72
Сизоненко О.І., 133
Сичевський Микола Петрович, 16
Сінельніков Борис Васильович, 130
Сінельнікова Каріна Василівна, 130
Скорик Костянтин Дмитрович, 81, 97, 122
Сорокін Анатолій, 127

Ф

Федів Ігор Володимирович, 34
Фещенко Діана, 36
Філоненко В.М., 42

Х

Хоменко Микола Дмитрович, 72, 102
Хомічак А.М., 81

Ч

Чернявська Л.І., 67
Чернявський Олександр Петрович, 67, 72

Ш

Шишков Андрій Валерійович, 106, 114, 118
Шишков Валерій Зіновійович, 106, 114, 118
Штангеев Костянтин Остапович, 47, 98

Наукове видання

Матеріали

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

26 березня - 27 березня 2019 р.



Відповідальна за випуск *Акутіна Н.В.*

Організатори конференції не завжди поділяють погляди авторів. За зміст доповідей та 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 Київ33, вул. Володимирська, 68

Свідоцтво про реєстрацію серія ДК №1786 від 18.05.2004 р.