

## Технічне переоснащення станції дефекоатураційного очищення дифузійного соку Бабино-Томахівського цукрового заводу та технологічні показники її роботи

*В.М. Кухар, О.М. Слатьоненко, Л.Г. Рогач, М.С. Козло, С.Д. Данилюк, Д.В. Клименко, ТОВ «Фірма «ТМА»*

*О.М. Крутибич, І.Р. Урумова, А.І. Булюк, С.М. Дубарець, Бабино-Томахівський цукровий завод  
Л.І. Чернявська, доктор технічних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу сировини, контролю та обліку виробництва, Український науково-дослідний інститут цукрової промисловості*

16

*Представлені результати технічного переоснащення станції очищення дифузійного соку Бабино-Томахівського цукрового заводу. Наведено схемно-апаратурний опис технологічної схеми, організація повернень на підлужнювання дифузійного соку на попередній дефекації, контури регулювання параметрів у системі автоматичного контролю й керування станцією. Наведені технологічні показники станції у сезон 2011 року під час роботи приймальної комісії.*

*Ключові слова: дифузійний сік, швидкість і ступінь осадження осаду соку попередньої дефекації і I сатурації, ефект очищення, автоматична система контролю й керування станцією.*

*Представлены результаты технического переоснащения станции очистки диффузионного сока Бабино-Томаховского сахарного завода. Приведено схемно-аппаратурное описание технологической схемы, организация возвратов на подщелачивание диффузионного сока на предварительной дефекации, контуры регулирования параметров в системе автоматического контроля и управления станцией. Приведены технологические показатели станции в сезон 2011 года во время работы приемной комиссии.*

*Ключевые слова: диффузионный сок, скорость и степень осаждения осадка сока предварительной дефекации и I сатурации, эффект очистки, автоматическая система контроля и управления станцией.*

У зв'язку зі значним збільшенням об'ємів заготівлі цукрових буряків в зоні бурякосіяння заводу і програмою підвищення його продуктивності в ремонтний період 2011 року після тривалого обговорення запропонованих варіантів фахівцями заводів і управлінців компанії «АГРО XXI» було ухвалене рішення здійснити реконструкцію станції дефекоатураційного очищення дифузійного соку Бабино-Томахівського цукрового заводу за схемно-технічними рішеннями, запропонованими фірмою «ТМА».

Дефекоатураційне очищення дифузійного соку - одна з найважливіших ділянок технологічного процесу цукрового виробництва, що забезпечує під дією

вапна й вуглекислого газу видалення нецукрів з дифузійного соку [1,5,6,7,10,15]. У кліматичних умовах Західної Європи цукрові заводи стабільно переробляють буряки з високими технологічними якостями, тому що вони надходить на завод прямо з поля [4]. В Україні за кліматичними умовами періоду збирання всі буряки мають бути викопані із землі до настання морозів; після збирання передбачається зберігання буряків (у кагатах на призаводських бурякопунктах або в польових кагатах), що супроводжується зниженням якості бурякового й дифузійного соків.

Крім того, широко використовувані гібриди зарубіжних селекцій мають низьку стійкість до ураження мікроорганізмами

й, особливо в початковий період зберігання, при високій температурі повітря й низькій відносній його вологості, а також при тривалому зберіганні можуть утворювати вогнища загнивання коренеплідів, що також призводить до зниження якості дифузійного соку. Тому на вітчизняних цукрових заводах протягом виробничого сезону на переробку надходить сировина різної технологічної якості. Станція очищення повинна забезпечувати високий ефект видалення нецукрів як при переробці свіжовикопаної сировини, так і після різних термінів її зберігання. Від якості сировини й роботи цієї станції значною мірою залежить і одержання цукру високої якості [7,14].

Конструктивно всі одиниці обладнання цієї станції розробляються й призначені для проведення окремих технологічних реакцій в оптимальних режимах [2]. Послідовність процесів і їх тривалість повинні забезпечувати максимально можливе видалення нецукрів з дифузійного соку.

На попередній дефекації під дією 0,25% до маси буряків вапна відбувається осадження розчинних нецукрів, високомолекулярних сполук (білкових і пектинових речовин), окремих аніонів кислот (щавлевої, лимонної, сірчаної, фосфорної) [10]. Осад після попередньої дефекації повинен мати структуру, стійку до руйнівного впливу високої лужності й температури, що має місце на основній дефекації.

На основній дефекації сік обробляється 1,5-2,0% вапна. На цьому етапі відбувається розкладання редукувальних речовин і видалення аміаку внаслідок розпаду амідів кислот.

Процес I сатурації забезпечує очищення соку внаслідок адсорбції нецукрів карбонатом кальцію, що утворюється під дією  $\text{CO}_2$  сатураційного газу й одержання структури осаду з високими седиментаційно-фільтрувальними властивостями, що дозволяють швидко розділити осад і сік. На поверхні карбонату кальцію абсорбуються аніони кислот, білкові й барвні речовини.

Після I сатурації сік направляють на фільтрацію. Фільтрований сік піддають повторній обробці вапном (дефекація перед II сатурацією) у кількості 0,25-0,6% до маси буряків. II сатурацію здійснюють із метою максимально можливого видалення солей кальцію, що знаходяться у фільтрованому соку I сатурації, додаткового адсорбційного очищення соку карбонатом кальцію, одержання термостійкого соку з мінімальною кольоровістю при його згущенні на випарній установці до сиропу. Сік після II сатурації надходить на дозрівач із

метою зниження вмісту солей кальцію в ньому [3,8].

У схемі і її апаратурному оформленні фірма «ТМА» використала технічні рішення, апробовані й перевірені на кращих підприємствах галузі – вітчизняних і закордонних. Окремі апарати станції розроблені з урахуванням сучасних поглядів на процеси очищення дифузійного соку. Новизна технічних рішень захищена патентами.

Проект реконструкції станції був виконаний Харківською філією проектного інституту «Укрцукорпроект» під керівництвом Спиридонова М.М. Устаткування станції було виготовлено Яготинським механічним заводом за документацією фірми «ТМА». Апарати були виготовлені в комплексі зі збірниками, якими повинна бути оснащена ця станція.

На заводі обладнання нової станції, через відсутність вільних площ усередині заводу, вирішено було встановити поза головним корпусом.

Апаратурно станція дефекосатураційного очищення дифузійного соку включає апарат попередньої дефекації марки ТМА-ППД-3, змішувач соку попередньої дефекації з вапняним молоком, апарат холодного ступеня основної дефекації марки ТМА-Ш1 ПДХ-3, а також комплекс апаратів гарячого ступеня основної дефекації, I сатурації, дефекатора перед II сатурацією, II сатурації й дозрівача, змонтованих разом зі збірниками. На **фото 1** представлено монтаж апаратів станції. Станція компактно розташована



Монтаж станції дефекосатураційного очищення дифузійного соку

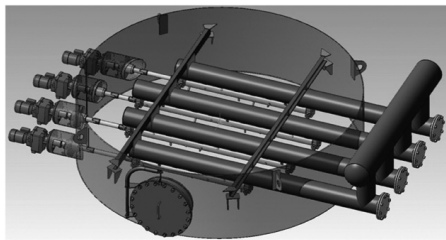
на як у горизонтальній площині, так і по вертикалі, що забезпечує максимально можливий короткий шлях кожного продукту при обробці й перекачуванні. Таке розташування одиниць обладнання зменшує втрати сахарози від розкладання в лужному середовищі, знижує втрати тепла в навколишній простір, створює сприятливі умови для її обслуговування при експлуатації у виробничий період і під час ремонту.

Технологічна схема дефекосатураційного очищення дифузійного соку розроблена з урахуванням енергозберігаючих рішень щодо використання теплоносія найнижчого потенціалу – утфельної пари. У схемі можливе використання підігрівника на утфельній парі.

На Бабино-Томахівському цукровому заводі було реалізовано цей інвестиційний проект у повному обсязі, включаючи поставку технологічного обладнання й системи автоматизації. Слід відзначити деякі особливості встановленого обладнання. Апарат гарячого ступеня основної дефекації й дефекації перед II сатурацією не має перемішувачів пристроїв, рух соку здійснюється в режимі повного витіснення, що виключає різну тривалість знаходження різних порцій соку в апараті, забезпечує максимально можливе розкладання в соках редукувальних речовин, розпаду амідів кислот з видаленням аміаку.

Апарати для здійснення процесів сатурування I й II сатурації обладнані пристроями для рівномірного розподілу сатураційного газу за поперечним перерізом сатураторів. Пристрої мають рухомі самоочищувачі - 4 шт. в апараті I сатурації й 3 шт. в апараті II сатурації з електро-механічними приводами на кожний самоочищувач, що забезпечує надійну їхню роботу протягом виробничого сезону (**фото 2**). В апаратах I й II сатурації установлені ерліфти, що дає можливість забезпечувати бага-

## ПЕРЕДОВИЙ ДОСВІД



*Газорозподільча система сатуратора*

торазове циркулювання соку в об'ємах реакторів. Рівень соку в апараті I сатурації становить 5,5 м, II сатурації – 5 м. Передбачений зовнішній циркуляційний контур в апаратах як першої, так і другої сатурації. Усі ці фактори забезпечують утилізацію  $\text{CO}_2$  на рівні 88-92% [16].

Дозрівач соку II сатурації обладнаний шестилопатеvim імпульсом, що дозволяє інтенсифікувати процес вискрystalізування карбонату кальцію й знизити вміст солей Ca в соку II сатурації.

Передбачено здійснювати подачу вапняного молока у 3 точки схеми дефекоcатураційного очищення: на попередню дефекацію в кількості 0,25-0,35%, на основну дефекацію в кількості 1,4-1,9%, на дефекацію перед II сатурацією - 0,3-0,5% до маси буряків.

Залежно від якості сировини, що переробляється, процес попередньої дефекації можна здійснювати за варіантами з використанням суспензії соку I сатурації, повернення нефільтрованого соку I сатурації й суспензії соку II сатурації в секції апарата, введення вапняного молока в останню секцію. На початку сезону при пуску заводу, а також при переробці буряків погіршеної якості доцільно працювати з поверненням нефільтрованого соку I сатурації; при переробленні сировини хорошої й стандартної якості необхідно працювати з використанням суспензій соку I сатурації та II сатурації.

Оптимальне значення рН і відповідне йому значення лужності соку I сатурації встановлюється головним техноло-

гом на підставі аналізу буряків, що переробляються, і показників, що характеризують седиментаційно-фільтраційні властивості соку – швидкість осадження осаду за хвилину  $S_{5'}$ , см/хв., об'єм осаду  $V_{25'}$ , %, і коефіцієнта фільтрації соку  $F_k$ . З метою більш повного викристалізування  $\text{CaCO}_3$ , що утворювався в процесі сатуравання соків і зниження пересичення розчинів передбачено використовувати суспензію соку II сатурації, направляючи її в апарати I сатурації (60-40%) і II сатурації (40-60%).

### Короткий опис технологічної схеми

Дифузійний сік зі збірника дифузійного соку насосами через підігрівник подається в першу секцію апарату попередньої прогресивної дефекації. Процес попередньої дефекації здійснюється шляхом уведення через колектор усієї суспензії соку II сатурації в другу, суспензії соку I сатурації або нефільтрованого соку I сатурації в третю-четверту секції преддефекатора й уведення вапняного молока в останню секцію преддефекатора.

Кількість вапняного молока, що вводиться через витратомір, становить 0,25% CaO до маси буряків. Кількість нефільтрованого соку I сатурації становить від 25 до 40% до маси буряків й визначається, виходячи з балансу загального вмісту вапна й лужності на виході із апарату попередньої дефекації. Оптимальна температура соку у преддефекаторі становить 51-55 °C. рН соку плавно збільшується по секціях - від 7,1 у першій секції до 10,8-11,2 в останній і контролюється двома автоматичними рН-метрами. За допомогою одного рН-метра контролюється рН соку в першій-шостій секціях, другим – регулюється у шостій.

Уточнення значень рН і лужності попередньо дефекованого соку на виході з апарату здійснюються за ступенем видалення білкових речовин і аніонів кислот

[9,13], а також седиментаційно-фільтраційних властивостей соку.

Відкриття кульового крана з кожної секції апарату попередньої дефекації для відбору проб соку здійснюється дистанційно. Відібраний із секції сік, направляючись у місце відбору для аналізу на загальний вміст вапна й лужності, проходить через датчик автоматичного рН-метра. На табло по черзі висвічується виміряне значення рН соку по секціях.

Достатні об'єми (повний і корисний) апарату дозволяють обробляти дифузійний сік з високим вмістом сухих речовин, формувати й структурувати осад соку попередньої дефекації, що дасть можливість одержати високу густину суспензії після фільтрів I сатурації, добре відокремлювану структуру фільтраційного осаду на прес-фільтрах. З метою зменшення кількості лужних повернень для здійснення процесу попередньої дефекації й підвищення ефективності їх використання передбачене повернення суспензії соку I сатурації в збірник дифузійного соку. Кількість суспензії соку I сатурації може змінюватися від 1,5% до 10% до об'єму дифузійного соку, що відбирається, залежно від технологічного режиму підлужнювання соку у попередньому дефекаторі. При такому режимі підлужнювання рН соку в першій секції буде становити 8,1-8,5 залежно від кількості суспензії, що вводиться. рН соку на виході із попереднього дефекатора буде становити 10,8-11,2 залежно від седиментаційно-фільтраційних властивостей преддефекованого соку, зумовлених якістю сировини, що переробляється.

У переливний ящик преддефекатора підведена комунікація введення вапняного молока на основну дефекацію в кількості 1,5-1,9 CaO% до маси буряків, що відповідає лужності 0,8-1,2% CaO при титруванні соку у присутності індикатора розчину фенолфталеїну.

Суміш преддефекованного соку й вапняного молока в змішувачі ретельно перемішується й подається в апарат першого ступеня основної дефекації. За проведеннями дослідженнями використання суперкавітаційного змішувача дає можливість здійснити перемішування соку з вапняним молоком на 99,85%. Підведення соку у апарат першого ступеня основної дефекації здійснюється під рівень соку. Тривалість знаходження соку в апараті становить від 10 до 20 хв. Насосом дефекований сік подається через підігрівники, де нагрівається до температури 87–91 °С, через колектор в апарат другого (гарячого) ступеня дефекації. Сік, потрапляючи в зовнішній циліндр, опускається вниз, потім по внутрішньому циліндру піднімається нагору й через колектор виводиться з апарата.

Тривалість процесу гарячого ступеня основної дефекації становить від 5 до 15 хвилин залежно від вмісту редукувальних речовин у дифузійному соку. Тривалість процесу встановлюється головним технологом та контролюється технологом зміни. Відкривання відповідних засувки на вході й виході з апарата здійснюється за розпорядженням головного технолога.

З дефекатора дефекований сік самопливом подається в апарат для проведення процесу I сатурації. Сік надходить у циркуляційну трубу (ерліфт). Подача газу в апарат I сатурації здійснюється через 4 газорозподільчі труби, що оснащені самоочисниками, що приводяться в рух індивідуальними приводами. Подача газу контролюється за рН соку, що виходить із сатуратора за допомогою автоматичного рН-метра й регулюється за допомогою автоматичної заслінки. рН відсатурованого соку на виході становить 10,8-11,6 залежно від буферності соку і його седиментаційно-фільтрувальних властивостей.

Рівень соку в апараті I сатурації в стані спокою становить 5,5 м. Циркуляція соку в апараті

забезпечується рухом вгору пухирців газу  $\text{CO}_2$ , що захоплюють сік, і ерліфтом, що має у своїй верхній частині звуження. У схемі передбачена можливість організації зовнішнього циркуляційного контуру соку за допомогою насоса й системи трьох контурів сокорозподільного обладнання із метою утворення падаючої завіси соку. Зовнішній циркуляційний контур соку необхідний у випадках підвищення вмісту сухих речовин дифузійного соку, зниження вмісту  $\text{CO}_2$  у сатураційному газі, підвищенні продуктивності станції. Його використання дозволить забезпечити стабільне відсатурування соку зі зв'язуванням  $\text{CaO}$  в  $\text{CaCO}_3$  у різних нештатних ситуаціях.

Оптимальне значення рН і відповідне йому значення лужності соку I сатурації встановлюються головним технологом на підставі аналізу буряків, що переробляються, і показників, що характеризують седиментаційно-фільтрувальні властивості соку – швидкості осадження осаду за хвилину  $S_5$ , см/хв., об'єму осаду  $V_{25}$ , %, і коефіцієнта фільтрації соку  $F_k$ .

Відсатурований сік I сатурації направляється в збірник нефільтрованого соку I сатурації, який розташований безпосередньо під апаратом I сатурації.

Фільтрат соку I сатурації зі збірника, що розташований під апаратом II ступеня дефекації, насосом подається в апарат дефекації перед II сатурацією. Сюди ж на всас насоса подається вапняне молоко, призначене для проведення дефекації перед II сатурацією. Принцип роботи цього апарату аналогічний принципу роботи апарату гарячого ступеня основної дефекації - це апарат повного витіснення. У зв'язку з тим, що тривалість процесу дефекації соку перед II сатурацією становить лише 5 хвилин, апарат має один вхід і один вихід. Витрата вапняного молока становить 0,25-0,6%  $\text{CaO}$  до маси буряків й визначається якістю сировини, що переробляється, і

продуктивністю станції фільтрування соку II сатурації та навантаженням на неї.

З апарата дефекації перед II сатурацією сік самопливом направляється в апарат II сатурації. Принцип його роботи аналогічний принципу роботи сатуратора I сатурації. Апарат II сатурації теж має ерліфт і 3 газорозподільні труби, оснащені самоочисниками, що приводяться в рух індивідуальними приводами. Рівень соку 5 м, рН відсатурованого соку становить 9,25-9,35, лужність 0,015-0,025%  $\text{CaO}$ .

Показники рН і лужності соку II сатурації встановлюються головним технологом за результатами визначення мінімуму солей  $\text{Ca}$  залежно від якості сировини, показника натуральної лужності та термостійкості соку перед випарною станцією.

Відсатурований сік з апарата II сатурації самопливом надходить у дозрівач, розташований під апаратом дефекації перед II сатурацією. Дозрівач оснащений циркуляційною трубою, у яку у верхній її частині встановлений шестилопастний імпелер, що приводиться в рух приводом, за допомогою якого здійснюється внутрішнє циркулювання соку, що супроводжується енергійним перемішуванням. Тривалість знаходження соку у дозрівачі не менш ніж 15 хвилин. Використання дозрівача у технологічній схемі забезпечує додаткове викристалізування солей  $\text{Ca}$ , що перебувають у пересиченому стані, на кристалах  $\text{CaCO}_3$ , що вже утворилися, і зниження солей  $\text{Ca}$  в соку на 22-40% [16]. Уведення в схему правильно працюючого дозрівача подовжує термін експлуатації тканин на фільтрах для фільтрування соку II сатурації, знижує відкладання солей кальцію на апаратах випарної станції, знижує витрату антинакипинів на корпуси випарної станції.

Після дозрівача відсатурований сік II сатурації самопливом направляється в збірник нефільтро-

## ПЕРЕДОВИЙ ДОСВІД



Загальний вигляд станції

ваного соку II сатурації, розташований під апаратом II сатурації.

Суспензія соку II сатурації збирається в збірнику й направляється для підлужнювання соку в попередньому дефекаторі. У технологічній схемі передбачено також введення суспензії соку II сатурації в сатуратор соку I сатурації й сатуратор соку II сатурації для зняття пересичення солей  $\text{CaCO}_3$ .

Все технологічне обладнання, трубопроводи, насосні агрегати, систему автоматизації було змонтовано відповідно до затвердженого графіка та введено в експлуатацію. Загальний вигляд станції після завершення робіт представлено на фото 3. Апаратне оформлення, організація оптимізованих потоків технологічних продуктів (дифузійного соку й повернень соку I сатурації, а також суспензій соків I і II сатурацій), система автоматизації дозволили досягти продуктивності станції 3000 тонн буряків на добу.

В процесі проведення випробувань станції дефекосатураційного очищення дифузійного соку були одержані результати, які представлені в табл. 1.

### Основні технологічні параметри роботи станції під час проведення приймальних випробувань

Показники роботи станції дефекосатураційного очищення дифузійного соку залежать значною мірою від якості цукрових буряків, що надходять на переробку, а також від роботи відділень, що забезпечують його технологічними продуктами та їх показників якості (дифузійне та

вапняне відділення) та роботи суміжних станцій (фільтрування соків I та II сатурацій, знецукрювання фільтраційного осаду), а також від ритмічності роботи всього заводу.

### Якість цукрових буряків

У зв'язку зі сприятливими погодними умовами у всіх кліматичних зонах України якість цукрових буряків урожаю 2011 року вища, ніж минулого сезону. Буряки характеризуються достатньо високою цукристістю (від 15,5 до 18,0%), середнім та невисоким вмістом нецукрів. За даними наших досліджень спільно із заводською лабораторією вміст  $\alpha$ -амінного азоту становив 0,030% до маси буряків (2,14 ммоль на 100 г буряків), що є середнім значенням. Сік I сатурації має на початку сезону позитивну натуральну лужність, яка становила 0,09-0,11%  $\text{CaO}$ .

### Якість бурякового і дифузійного соків

За період проведення випробувань чистота бурякового соку в середньому становила 87,1% та змінювалась від 86,1 до 88,4%; дифузійного – 89,3% (з коливаннями від 88,6 до 89,7%), ефект очищення на дифузії становив в середньому 14,3% при нормативі 18% і середніх значеннях в галузі на рівні 10-12%. Вміст редукувальних речовин дифузійного соку становив 0,13% до маси соку (з розбігом значень від 0,132 до 0,09% до маси соку) (табл.1).

### Витрати вапна та вапнякового каменю на очищення дифузійного соку

У середньому за період проведення випробувань витрати вапна на очищення з урахуванням його активності становлять 1,85% до маси буряків. Відповідно, витрати вапнякового каменю на технологічні потреби становлять 3,47% до маси буряків.

Слід зазначити, що в цей період витрати вапна становили 109 (з розбігом значень 84-117)

% до маси нецукрів дифузійного соку, що було пов'язано головним чином зі значними поверненнями з продуктового відділення й проблемами фільтрування продуктів та знецукрення осаду, що вимагало підвищених витрат вапняного молока.

Фактичні витрати вапна на станцію дефекосатураційного очищення розподіляються таким чином: 0,41%  $\text{CaO}$  витрачається на преддефекацію, 1,17% та основну дефекацію, а 0,27% йде на дефекацію перед II сатурацією.

За аналізований період по станції преддефекації загальний вміст вапна становив 0,77% (від 0,65 до 0,95) % $\text{CaO}$ , лужність нефільтрованого соку – 0,21 (від 0,19 до 0,23) % $\text{CaO}$ , лужність фільтрованого соку – 0,18 (від 0,17 до 0,20) % $\text{CaO}$ , рН 11,3 (від 11,1 до 11,5), швидкість осадження 5,0 (від 4,0 до 5,6) см/хв., об'єм осаду 16 (від 16 до 18) %, температура процесу 57 (від 53 до 62) °С.

За технологічним регламентом температура соку передньої дефекації має бути в діапазоні 50-55°C, але внаслідок тимчасових проблем з підігрівачем на утфельних парах в окремі періоди температура в попередньому дефекаторі була на декілька градусів вища.

**Показники станції основної дефекації:** загальний вміст вапна - 1,37 (1,27-1,60) % $\text{CaO}$ , лужність 0,90 (0,85-1,1) % $\text{CaO}$ , температура 87°C.

**Показники роботи станції I сатурації:** рН 10,9; лужність 0,092 (0,08-0,095) % $\text{CaO}$ ; швидкість осадження 5,6 (5,2-6,0) см/хв.; об'єм осаду за 25 хв. 15 (14-17) %.

**Показники роботи II сатурації:** рН 9,0 (8,8-9,2); загальний вміст вапна 0,31 (0,25-0,30) % $\text{CaO}$ ; лужність 0,025 (0,018-0,027) % $\text{CaO}$ ; температура 92 (90-94) °С; вміст солей  $\text{Ca}$  0,028 (0,028-0,036) % $\text{CaO}$ ; кольоровість соку 14,9 (12,0-16,3) од. Штаммера або 312,0 (253,3-378,1) одиниць ICUMSA; вміст

Технологічні показники роботи станції дефекосатурації  
Бабино-Томахівського цукрового заводу в виробничий сезон 2011 року

№ п.п	Назва показника	Один. вимір.	Дата проведення вимірювань										Середнє значення
			19.09.2011		20.09.2011		21.09.2011		22.09.2011		23.09.2011		
			1зм	2зм	1зм	2зм	1зм	2зм	1зм	2зм	1зм	2зм	
	<i>Перероблено буряків</i>	т.	616	758	852	832	860	1053	1050	1082	1005		
<b>1.</b>	<b>Бурякова стружка</b>												
1.1	Вміст сахарози	% до м.бур.	17.6	18.0	18.2	18.3	17.9	18.0	18.2	18.0	18.1		18.06
	Буряковий сік												
1.2	Вміст Сх	%	18.3	19.1	20.3	19.2	19.7	19.1	17.5	18.5	19.1		19.0
1.3	Вміст СР	%	21.1	22.0	23.0	21.8	22.4	21.6	20.3	21.2	22.0		21.8
1.4	Чистота	%	86.5	87.0	88.2	88.0	87.8	88.4	86.1	87.2	86.8		87.1
1.5	pH	одиниць	6.7	6.5	6.7	6.7	6.5	6.6	6.4	6.5	6.4		6.5
<b>2.</b>	<b>Дифузійний сік</b>												
2.1	Вміст Сх	%	14.4	14.4	14.8	13.7	14.0	14.6	13.6	14.2	13.5		13.9
2.2	Вміст СР	%	16.2	16.2	16.6	15.5	15.6	16.4	15.3	15.9	15.1		15.6
2.3	Чистота	%	88.9	88.6	89.1	88.4	89.7	89.2	88.6	89.3	89.7		89.3
2.4	pH	одиниць	6.3	6.1	6.2	6.2	6.1	6.2	6.2	6.2	6.0		6.1
2.5	Температура соку	°С	39	39	44	46	47	44	41	39	40		41
<b>3.</b>	<b>Переддефекований сік</b>												
3.1	Наростання pH 1секція	одиниць	7.8	8.0	8.2	7.8	7.6	7.5	7.7	7.6	7.8		7.8
	2секція	одиниць	8.4	8.3	8.6	8.2	8.2	7.9	8.4	8.0	8.3		8.3
	3секція	одиниць	8.9	8.7	9.3	8.7	8.8	8.6	9.0	8.6	8.8		8.9
	4секція	одиниць	9.6	9.5	9.9	9.6	9.5	9.4	9.9	9.4	9.6		9.7
	5секція	одиниць	10.3	10.1	10.4	10.6	10.4	10.3	10.8	10.4	10.6		10.5
	6секція	одиниць	11.2	11.2	11.1	11.3	11.2	11.2	11.5	11.2	11.2		11.3
3.2	Загальний вміст вапна за зм. ін.	% СаО	0.85	0.80	0.65	0.85	0.95	0.70	0.90	0.75	0.8		0.77
3.3	Лужність за ф.ф. (нефіл. сік)	% СаО	0.21	0.20	0.19	0.21	0.23	0.21	0.20	0.20	0.21		0.21
3.4	Лужність за ф.ф. (філ.сік)	% СаО	0.18	0.18	0.17	0.19	0.20	0.18	0.17	0.18	0.19		0.18
3.5	Швидкість осадження	см/хв.	5.2	5.4	4.2	5.6	5.4	4.0	5.0	4.8	5.0		5.0
3.6	Об'єм осаду	%	16	15	18	16	17	18	16	17	15		16
3.7	Температура соку	°С	59	53	58	58	62	56	62	54	56		57
<b>4.</b>	<b>Дефекований сік 2 ступінь</b>												
4.1	Загальний вміст вапна за зм. ін.	% СаО	1.3	1.3	1.25	1.6	1.3	1.5	1.4	1.4	1.35		1.37
4.2	Лужність за ф.ф.	% СаО	0.9	0.85	0.8	0.7	1.1	1.1	1.0	0.9	0.85		0.90
4.3	pH	одиниць	12.1	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2		12.2
4.4	Температура соку	°С	89	89	85	85	87	84	88	88	87		87
<b>5.</b>	<b>Вапняне молоко</b>												
5.1	Густина	г/см3	1.15	1.18	1.20	1.19	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20		1.19
5.2	Активність	%	87	87	89	88	86	86	86	86	86		87
<b>6.</b>	<b>Сік 1 сатурації</b>												
6.1	Лужність за ф.ф	% СаО	0.08	0.095	0.09	0.095	0.09	0.09	0.085	0.095	0.095		0.092
6.2	Швидкість осадження (за 5 хв.)	см/хв.	5.6	6.0	5.2	5.6	5.8	5.6	5.4	5.6	5.4		5.6
6.3	Об'єм осаду (за 25 хв.)	%	14	14	16	15	16	16	17	16	16		15
6.4	pH	одиниць	10.6	10.8	10.7	10.8	10.9	10.9	10.8	10.9	11.0		10.9
<b>7.</b>	<b>Дефекований сік перед 2 сатурацією</b>												

7.1	Загальний вміст вапна за зм. ін	% СаО	0.25	0.25	0.30	0.25	0.25	0.25	0.25	0.35	0.35		0.31
7.2	Лужність за ф.ф	% СаО	0.20	0.20	0.25	0.20	0.20	0.20	0.20	0.25	0.25		0.23
7.3	pH	одиниць	11.0	11.1	11.1	11.2	11.1	11.1	11.0	11.0	11.1		11.1
7.4	Температура соку	°С	92	92	92	94	92	90	94	95	93		92
<b>8. Сік 2 сатурації (після апарату)</b>													
8.1	Загальний вміст вапна за зм. ін.	% СаО	0.25	0.25	0.30	0.25	0.25	0.25	0.25	0.35	0.35		0.31
8.2	Лужність за ф.ф.	% СаО	0.025	0.025	0.027	0.025	0.027	0.028	0.018	0.025	0.025		0.025
8.3	pH	одиниць	8.8	8.9	8.9	9.0	9.2	9.2	8.9	9.0	9.1		9.0
8.4	Вміст солей Са	% СаО	0.029	0.030	0.055	0.070	0.045	0.042	0.030	0.036	0.028		0.035
<b>9. Сік II сатурації після дозрівача</b>													
9.1	Вміст солей Са	% до м.соку	0.027	0.027	0.053	0.061	0.041	0.037	0.026	0.028	0.024		0.031
9.2	Зниження солей Са	%	7	10	4	13	9	12	13	22	14		12
9.3	Вміст сахарози Сх	%	14.5	14.3	15.0	14.6	14.4	14.3	15.2	14.2	14.3		14.4
9.4	Вміст СР	%	15.6	15.4	16.2	15.8	15.6	15.4	16.4	15.3	15.4		15.6
9.5	Чистота	%	92.8	92.6	92.5	92.8	92.6	93.0	92.6	92.8	92.6		92.7
9.6	Ефект очистки	%	38.5	36.6	33.5	40.9	31.2	37.8	37.9	36.0	35.7		36.2
9.7	Кольоровість	од.опт. густини/ од.Шт	402 /19.1	378 /18.0	831 /39.5	746 /35.5	253 /12.0	272 /14.5	342 /16.3	316 /15.1	291 /13.9		312 /14.9

редукувальних речовин 0,022 (0,014-0,030)%. Зниження вмісту солей Са у дозріваючі становить 12% (з розбігом значень від 4 до 22%).

Ступінь розкладання редукувальних речовин становить від 86,3 до 92%, ефект очищення дифузійного соку становить в середньому 36,2% (31,2-38,5)%, що наближується до теоретично можливих значень (за даними проф. Бугаєнка І.Ф.).

Робота станції дефекосатураційного очищення повністю автоматизована. Система автоматизації станції дефекосатурації оснащена найсучаснішим обладнанням всесвітньовідомих фірм - Siemens, Schneider Electric, Jumo, Inter App, Danfoss, Aplisens, тощо, що використовується при реконструкції цукрових заводів компаніями Західної Європи і прогресивними вітчизняними компаніями.

Основні контури регулювання і контролю:

- температура дифузійного соку до і після утфельного підігрівача (контроль);
- температура defeкованого соку до і після підігрівачів перед гарячим defeкатором (контроль і регулювання);

- температура нефільтрованого соку перед фільтрами-згущувачами I сатурації (контроль і регулювання);

- температура соку перед defeкатором, встановленим перед II сатурацією (контроль і регулювання);

- pH по секціях предdefекатора (контроль і регулювання);

- pH в апараті I сатурації (контроль і регулювання);

- pH в апараті II сатурації (контроль і регулювання);

- тиск сатураційного газу в колекторі (контроль і регулювання);

- тиск в колекторі вапняного молока (контроль і регулювання);

- співвідношення витрат «дифузійний сік – суспензія соку I сатурації» регулюється за допомогою привода з частотним перетворювачем;

- співвідношення витрат «дифузійний сік – вапняне молоко на основну defeкацію» (контроль і регулювання);

- співвідношення витрат «дифузійний сік – вапняне молоко на предdefекацию» (контроль і регулювання);

- співвідношення витрат «дифузійний сік – нефільтрований сік I сатурації» (контроль і регу-

лювання);

- співвідношення витрат «фільтрований сік I сатурації – вапняне молоко на defeкатор перед II сатурацією» (контроль і регулювання);

- співвідношення витрат «суспензії соку II сатурації в апарат I сатурації – суспензія соку II сатурації в апарат II сатурації» (контроль і регулювання);
- стабілізація витрати дифузійного соку зі збірника дифузійного соку з корекцією за рівнем в ньому (частотний привод);

- стабілізація витрати defeкованого соку з холодного defeкатора з корекцією за рівнем в ньому (частотний привод);

- стабілізація витрати фільтрованого соку I сатурації зі збірника фільтрованого соку I сатурації з корекцією за рівнем в ньому (частотний привод);

- стабілізація витрати соку з конуса гарячого defeкатора (безперервна продувка);

- періодична продувка основного технологічного обладнання (змішувач предdefекovanого соку з вапняним молоком, предdefекатор, гарячий defeкатор, апарат I сатурації, defeкатор перед II сатурацією, апарат II сатурації);

- автоматичне управління на-

сосом з мішалки продувок по рівню в ній;

- дистанційне управління електроприводами всієї станції сокоочистки з робочого місця оператора;

- місцеве управління електроприводами всієї станції сокоочистки;

- контроль температури до і після кожного підігрівача.

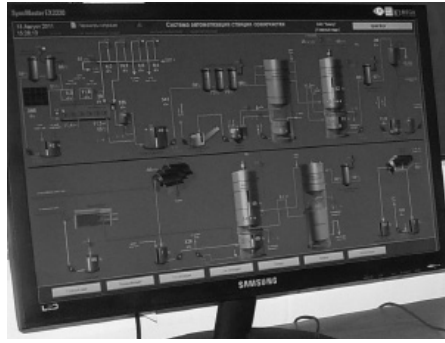
На станції дефекосатураційного очищення дифузійного соку використано 7 частотних приводів (фірми Danfoss та Шнайдер) потужністю від 11кВт до 75кВт, що дає можливість здійснювати плавне регулювання технологічними потоками станції залежно від продуктивності заводу.

Розроблена та реалізована система контролю, управління та регулювання дозволяє в автоматичному режимі вести процес дефекосатураційного очищення дифузійного соку. Система зручна і гнучка в управлінні, швидко освоюється оператором. Пульт управління станцією та АРМ оператора представлено на **фото 4**.

Таким чином, автоматична система дозволяє здійснювати управління, контроль та регулювання основних технологічних параметрів станції дефекосатураційного очищення дифузійного соку.

Робота станції дефекосатураційного очищення дифузійного соку за належної організації роботи сусідніх станцій - ритмічної роботи дифузійного відділення за оптимальних умов екстрагування, високій якості вапняного молока та сатураційного газу, оптимальної роботи підігрівачів, безперебійної роботи фільтраційного відділення тощо, дозволяє отримувати високі показники якості соків: швидкість осадження соку попередньої дефекації та I сатурації, об'єм осаду, ефект очищення за мінімальних витрат вапняного молока та відповідно вапнякового каменю на технологічні потреби.

Робота цієї станції дала можливість ефективно використовувати



*Пульт керування станції дефекосатурації*

вати фільтрувальне обладнання, що встановлене на цукровому заводі для основного фільтрування соків I та II сатурацій та знецукрення осаду на пресфільтрах системи «ЧМ» (м. Харків). Проведені дослідження дають змогу узагальнити результати та зробити висновки по виконаній роботі.

**Висновки:**

1. На Бабино-Томахівському цукровому заводі поставлене і змонтоване обладнання та реалізована сучасна технологічна схема дефекосатураційного очищення дифузійного соку.

2. Технологічне та механічне обладнання, система автоматизації введені в промислову експлуатацію.

3. Розроблено та передано заводу технологічний регламент процесу очищення дифузійного соку залежно від якості сировини. У середньому за період проведення випробувань витрати вапна на очищення з урахуванням його активності становлять 1,85% до маси буряків. Відповідно, витрати вапнякового каменю на технологічні потреби становлять 3,47% до маси буряків.

4. Витрати вапна становили 109 (з розбігом значень 84-117) % до маси нецукрів дифузійного соку, що було пов'язано головним чином зі значними поверненнями з продуктового відділення й проблемами фільтрування продуктів та знецукрення осаду, що вимагало підвищених витрат вапняного молока.

5. Фактичні витрати вапна на станцію дефекосатурацій-

ного очищення розподіляються таким чином: 0,41% CaO витрачається на преддефекацію, 1,17% та основну дефекацію, а 0,27% йде на дефекацію перед II сатурацією.

6. За аналізований період **по станції преддефекації** загальний вміст вапна становив 0,77% (від 0,65 до 0,95%) CaO, лужність нефільтрованого соку – 0,21 (від 0,19 до 0,23) %CaO, лужність фільтрованого соку – 0,18 (від 0,17 до 0,20) %CaO, рН 11,3 (від 11,1 до 11,5), швидкість осадження 5,0 (від 4,0 до 5,6) см/хв., об'єм осаду 16 (від 16 до 18) %, температура процесу 57°C (від 53 до 62 °C). За технологічним регламентом температура соку попередньої дефекації має бути в діапазоні 50-55°C, але внаслідок тимчасових проблем з підігрівачем на утфельних парах в окремі періоди температура в попередньому дефекаторі була на декілька градусів вища.

7. Ступінь перемішування соку попередньої дефекації з вапняним молоком становить 99,85%.

8. Показники станції **основної дефекації**: загальний вміст вапна -1,37 (1,27-1,60) %CaO, лужність 0,90 (0,85-1,1) %CaO, температура 87°C.

9. Показники роботи станції **I сатурації**: рН 10,9; лужність 0,092 (0,08-0,095) % CaO; швидкість осадження 5,6 (5,2-6,0) см/хв.; об'єм осаду за 25 хв. 15 (14-17) %.

10. Показники **роботи II сатурації**: рН 9,0 (8,8-9,2); загальний **вміст вапна** 0,31 (0,25-0,30) %CaO; **лужність** 0,025 (0,018-0,027) %CaO; температура 92 (90-94) °C; вміст солей Ca 0,028 (0,028-0,036) %CaO; кольоровість соку 14,9 (12,0-16,3) од. Штаммера або 312,0 (253,3-378,1) одиниць ICUMSA; вміст редукувальних речовин 0,022 (0,014-0,030)% .

11. Ступінь розкладання редукувальних речовин становить від 86,3 до 92%, ефект очищення дифузійного соку на станції ста-



## ПЕРЕДОВИЙ ДОСВІД

новить в середньому 36,2% з коливаннями від 31,2 до 38,5%.

12. Розроблена та реалізована система автоматизації контролю, управління та регулювання процесу, що дозволяє оператору станції в автоматичному режимі вести процес дефекосатураційного очищення дифузійного соку. Система зручна і гнучка в управлінні, швидко освоюється оператором.

13. Робота станції дефекосатураційного очищення дифузійного соку за належної організації роботи сусідніх станцій-ритмічної роботи дифузійного відділення за оптимальних умов екстрагування, високій якості вапняного молока та сатураційного газу, оптимальної роботи підігрівачів, безперебійної роботи фільтраційного відділення тощо, дозволяє отримувати високі показники якості соків: швидкість осадження соку попередньої дефекації та I сатурації, об'єм осаду, ефект очищення за мінімальних витрат вапняного молока та відповідно вапнякового каменю на технологічні потреби.

14. Робота цієї станції дала можливість ефективно використовувати фільтрувальне обладнання, що встановлене на цукровому заводі для основного фільтрування соків I та II сатурацій та знецукрення осаду на пресфільтрах системи «ЧМ» (м. Харків).

### Список використаних джерел:

1. Бобровник Л.Д. Физико-

химические основы очистки в сахарном производстве. - К. : Вища школа.1994.-251 с.

2. *Технологічний процес виробництва цукру із цукрових буряків. Правила усталеної практики* ПУП 15.83-37-106:2007

3. *Кухар В.Н.* Технологические показатели работы реконструируемых станций очистки диффузионного сока сахарных заводов Кубани ОАО «Сахарный завод «Ленинградский» и ОАО «Викор» / В.Н.Кухар, Л.Г.Рогач, О.Н.Сластененко, М.С.Козло, С.Д.Данилюк, Л.И.Чернявская // *Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Приоритетные направления развития отечественного свекло-сахарного производства».*-2012.- Краснодар.- С. 29-33.

4. *Кухар В.Н.* Реконструкция сахарного завода: повышение производительности, снижение расхода топлива / В.Н.Кухар, Л.И.Чернявская // *Сахар*, 2011, №7, С.58-63.

5. *Madsen R.F.* Das danische Saftreinigungssystem // *Zuckerindustrie* .- 1988.- N1. – s.33-37.

6. *Matusch S.* Aspekte zur apparativen Ausrüstung der Saftreinigung // *Zuckerindustrie* .- 1988.- N1. – s.27-29.

7. *Нагорна В.О.* Якість буряків, оптимальні режими переробки буряків різної якості: Навчальний посібник. - К. : ППК Держжарчопрому України, 1998, 98 с.

8. *Посохов В.М.* Предварительная и основная дефекация:

усовершенствование процесов / В.М.Посохов, А.Л. Шрамко, Т.В.Димакова и др. *Сахар* 2009.№2, 61-65.

9. *Рева Л.П., Симахина Г.А.* Быстрый метод количественного определения белков в соках сахарного производства / *Сахарная промышленность*, 1978, №1, с.12-16.

10. *Reinefeld E., Miede D.* Beobachtungen und Untersuchungen zum Saftreinigungssystem. // *Zuckerindustrie* .- 1988.- N1. – s.15-20.

11. *Силин П.М.* Технология сахара. - М. : Пищевая промышленность 1967, 624 с.

12. *Симак В.И.* Гайсинский сахарный завод: реконструкция сокоочистительного отделения / В.И.Симак, С.И Гончаров., Л.Г. Рогач, В.Н. Кухар, Ю.С. Гранковский Л.И Чернявская // *Сахар*.- 2008.- №4, 48-51.

13. *Технологія цукристих речовин.* Лабораторний практик. К. : НУХТ 2007.-393 с.

14. *Чернявская Л.И.* Контроль сахарного производства в зависимости от требований потребителей сахара: технологические аспекты. // *Сахар*.- 2009 №7, с. 39-47.

15. *Van der Poel P.W.* Sugar Technology. Beet and Cane Sugar Manufacture/P.W. van der Poel, H.Schiweck, T. Schwartz // Verlag Dr. Bartens KG. Berlin. 1998, pp. 479-563.

16. *Vukov K.* A cukorgyari letisztitaselmeleti kerdesei. // *Cukoripar*.- 1972.-N4.-137-146\$ N5.-163-171.

## ЦІКАВІ ФАКТИ

### Свято цукрових буряків

25 березня 1811 року Наполеоном Бонапартом був виданий декрет про виділення під вирощування цукрових буряків 80 000 акрів землі. Наполеон також розпорядився побудувати переробні заводи та підготувати фахівців для роботи на них. Вже до 1814 року в декількох країнах працювало близько 40 невеликих заводів з переробки цукрових буряків.

І навіть після Наполеона ця галузь розвивалася досить активно, вийшовши на лідируючі позиції в виробництві цукру. А секрет такого рішення був простий, із-за постійних воєн у Наполеона були проблеми з забезпеченням своєї держави цукровою тростиною. Довелося шукати альтернативу, якою стали цукрові буряки, які до цього використовувалися лише як корм для худоби.

Джерело: [www.pro-interesnoe.ru](http://www.pro-interesnoe.ru)