

Перспективна схема і обладнання мийного відділення цукрового заводу продуктивністю 6 000 тонн переробки буряків за добу (з використанням комбінованої бурякомийки коритного типу СКД-6)

М.Д. Хоменко, доктор технічних наук, професор кафедри виробництва цукру та сахаридів Інституту післядипломної освіти, Національний університет харчових технологій

А.І. Сорокін, старший викладач кафедри виробництва цукру та сахаридів Інституту післядипломної освіти, Національний університет харчових технологій

В.М. Кухар, генеральний директор фірми «ТМА»

М.П. Парахоня, головний інженер фірми «ТМА»

В.М. Ткачук, начальник дифузійного відділу фірми «ТМА»

В.Д. Саповський, заступник начальника дифузійного відділу фірми «ТМА»

У даній статті розглядається один із варіантів більш удосконаленої і посиленої апаратурно-технологічної схеми мийного відділення цукрового заводу. Враховуючи високу забрудненість цукрових буряків сторонніми домішками і зв'язаними ґрунтами, та високу ступінь подрібнення коренів, а також враховуючи технічний рівень бурякопідготовчих відділень, і, зокрема мийних відділень діючих цукрових заводів, можна констатувати, що на багатьох цукрових заводах не забезпечується ефективне відділення сторонніх домішок і забруднень від цукрових буряків. Пропонується схема і підбір високо-ефективного обладнання, з використанням можливих інтенсифікаційних процесів при підготовці цукрових буряків до переробки, в тому числі використовувати кінетичну енергію води високого тиску і потенційну енергію стисненого повітря. Апаратурно-технологічна схема рекомендується для впровадження на цукрових заводах з важкими ґрунтами зони бурякозаводства.

Ключові слова: комбінована бурякомийка, вододомішковідділювач, кінетична і потенційна енергія, високий тиск, високонапірні струмені, соплоапарати.

В данной статье рассмотрен один из вариантов более усовершенствованной и усиленной апаратурно-технологической схемы моечного отделения сахарного завода. Учитывая высокую загрязненность сахарной свеклы посторонними примесями и связанными почвами и, высокую степень дробления корней, а также учитывая технический уровень свеклоподготовительных отделений, и, конкретно моечных отделений действующих сахарных заводов, можно констатировать, что на многих сахарных заводах не обеспечивается эффективное отделение посторонних примесей и загрязнений от сахарной свеклы. Предлагается схема и подбор высокоэффективного оборудования, с использованием интенсифицирующих процессов при подготовке сахарной свеклы к переработке, в том числе использовать кинетическую энергию воды высокого давления и потенциальную энергию сжатого воздуха. Апаратурно-технологическая схема рекомендуется для внедрения на сахарных заводах с тяжелыми почвами зоны свеклосеяния.

Ключевые слова: комбинированная свекломойка, водопримесеотделитель, кинетическая и потенциальная энергия, высокое давление, высоконапорные струи, соплоаппараты.

In this article are described some variants of improved and enhanced equipment and technological schemes of washing department of sugar factory. It is necessary to take into account high pollution of sugar beet by impurities and related soils and a high degree of fragmentation of the roots, as well as take into account the technical level of sugar beet preparation departments, and specifically washing departments of the existing sugar plants. We can say that in many sugar plants they are not efficient as for separation of impurities and contaminants from sugar beet. A scheme and selection of high-efficiency equipment using which intensify the processes for the preparation of sugar beet to processing, including use of the kinetic energy of the water high pressure and potential energy of the compressed air. The apparatus-technological scheme is recommended for introduction in sugar factories with heavy soils zone of beet-growing.

Key words: combined beet washer, water and trash separator, kinetic and potential energy, high pressure, high-pressure jets, injector devices

ТЕХНІКА & ТЕХНОЛОГІЇ

Аналізуючи сьогоденний стан схем і обладнання бурякопідготовчих відділень цукрових заводів, а це - станція очищення буряків від домішок і забруднень та миття буряків на діючих цукрових заводах України, можна констатувати, що на цукрових заводах в яких зона вирощування буряків характеризується важкими ґрунтами, бурякопідготовчі відділення не відповідають технологічним вимогам при переробленні сировини: не однорідної по хімічному складу бурякової тканини (зріла чи не зріла); високо забрудненої сторонніми домішками (ґрунтом та рослинністю); великим ступенем подрібнення коренів бурякової сировини що надходить на цукрові заводи (70-80% коренеплодів порушена їх цілісність, з яких 30-40% сильно подрібнених) [1]. Крім того, на ряді цукрових заводів в стації очищення буряків від сторонніх домішок експлуатується обладнання з меншою продуктивністю ($A = 3\ 000$ тонн буряків за добу, при фактичній продуктивності заводу 4 000-5 500 тонн переробки буряків за добу) від фактичної, що створює труднощі в забезпеченні виконання технологічних вимог по підготовці буряків до перероблення.

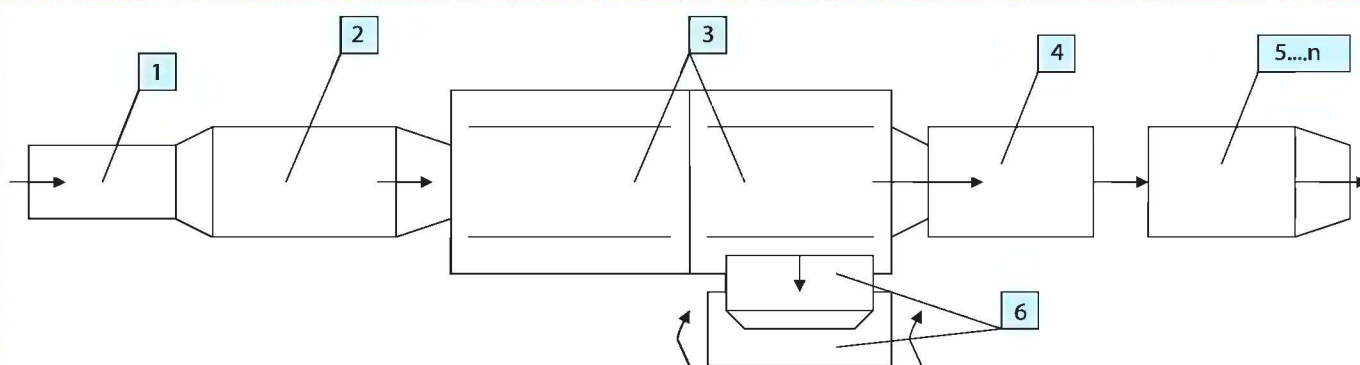
При високій забрудненості і великій ступені подрібненості неможливо виконати умови підтримання якості сировини при її збереженні, тому як домішками і мілкими фракціями бурякомаси заповнюються об'єми (пустоти) між здоровими коренями, чим унеможливаються природні умови вентиляції для підтримання температурно-вологісного режиму в кагатах, що приводить до біологічного розкладання рослинних домішок і бурякомаси мілких фракцій («горять кагати»), що і при-

зводить до значних додаткових втрат цукру при зберіганні сировини.

Основним показником ефективності роботи бурякоцукрового виробництва є коефіцієнт виробництва, яким характеризується кількість виробленого цукру із прийнятих буряків. Кількісна його величина, в першу чергу, залежить від умов збереження якості та підготовки (очищення) цукрових буряків, від чого залежить отримання високоякісної бурякової стружки, якою визначається якісне (чи не якісне) проведення процесу дифузії (екстракції) і отримання якісного дифузійного соку, і як результат, отримання кількості високоякісного білого кристалічного цукру низької собівартості та конкурентоздатного.

Основна роль в виконанні цих вимог є – досягнення процесу повного очищення сировини в бурякопідготовчому відділенні цукрового заводу та отримання високоякісної бурякової стружки. Фірма «ТМА» більше, чим нині діючі машинобудівні фірми в Україні, освоїла і має технічну базу для виготовлення обладнання мийних відділень цукрових заводів. Станом на 1 лютого 2014 року модернізовано чи впроваджено фірмою «ТМА» десятки мийних комплексів на цукрових заводах України, Російської федерації та ін. держав.

Враховуючи необхідність інтенсифікації процесів очищення і відмивання цукрових буряків вирощених в зонах бурякосіяння з різними характеристиками ґрунтів: чорноземні, глинисті, суглинисті, піщані та ін. - необхідно розробити економічно обґрунтовану схему і її наповнення обладнанням бурякопідготовчих відділень, які б задо-



- 1 – лоток гідротранспортера
- 2, 4, 5... n – вододомішковідділювач ТМА – ВДФ-6.04
- 3 – бурякомийка типу СКД-6 (модернізована)
- 6 – пристрій для виловлювання і відведення легких домішок

Примітка: 1. Водопостачання і водовідведення визначати по конкретних умовах виробництва.
2. Відбір, класифікація і використання відходів бурякопідготовчого відділення визначати до умов конкретно взятого цукрового заводу.

Рис. 1. Принципова схема мийного відділення цукрового заводу продуктивністю 6000 тонн переробки буряків за добу.

вольняли потребам технології бурякоцукрового виробництва в різних зонах буряковирощування. На нашу думку, враховуючи вищесказане, необхідно розглянути, принаймні два основних варіанти схеми і наповнення її обладнанням для цукрових заводів, зона бурякосіяння яких характеризується важкими і більш легкими ґрунтами.

Пропонується *принципова* (універсальна апаратурнодоповнююча) схема та обладнання мийного відділення цукрового заводу продуктивністю 6 000 тонн буряків за добу, з використанням комбінованої бурякомийки типу СКД-6 і високотехнічних вододомішковідділювачів типу ТМА-ВДФ-6.04 з укомплектованими пристроями для інтенсифікації процесів, яка представлена **на рис.1**, для використання в зонах важких ґрунтів: чорноземні, глинисті, суглинисті, змішані та ін.

Коментуючи запропоновану схему, необхідно привести вимоги до обладнання і визначити параметри і режими його роботи, а також наявність процесів інтенсифікації.

1.0. Лотки гідротранспортерів (польові, збірні і головний) наземних і надземних своїми геометричними розмірами, повинні бути однаковими по усій їх довжині, і повинні відповідати фактичній продуктивності цукрового заводу по перероблюваних буряках [1]. Стан поверхонь бокових стінок і днища лотків повинні відповідати загально виробленим вимогам [1]. Співвідношення буряки : вода в потоці буряководяної суміші по всій довжині лотка гідротранспортеру повинно бути 1:7 (1:8), тобто необхідно транспортерної води 700 -800% до маси буряків, як оптимальне.

2.0 Для відділення транспортерної води з домішками від потоку буряководяної суміші використовується дисковий вододомішковідділювач типу ВДФ. З метою інтенсифікації процесу відведення транспортерної води і домішок, а також видалення із бороздок коренів буряків зв'язаного ґрунту – доцільно встановити над робочою поверхнею водовідділювача соплоапарати для формування плоских струменів води, як рекомендовано в літературних джерелах [1, 2]. Більш перспективним рішенням, *на наш погляд*, необхідно встановлювати дискові вододомішковідділювачі ТМА-ВДФ-6.04 [3] з індивідуальними приводами валів, в конструкції яких ліквідовані недоліки присутні в приводі дискових водовідділювачів типу ВДФ, а також струминний відмив коренів буряків на його робочій поверхні з використанням конструктивно різних форсунок для різних параметрів роботи (різний тиск робочої води).

Провірене часом - *інженерне рішення*: типовий водовідділювач ВДФ-6 і ряди соплоапаратів встановлених над його робочою поверхнею, яке виконано і експлуатується в останні роки на Яреськівському цукровому заводі. Ефективність і надійність роботи на вищому рівні досяжності.

Після останнього валка вододомішковідділювача, з метою інтенсивного видалення з потоку буряків крупних легких домішок (рослинності), не-

обхідно встановлювати валок зворотного обертання та пристрій для формування потоку стисненого повітря [1]. На основі довгострокової експлуатації – найбільш раціональним є діаметр валка зворотного обертання рівним стандартній трубці діаметром 325 мм, який гармонійно вписується до діаметра дисків вододомішковідділювачів фірми ТМА-ВДФ-6.04.

3.0. З метою ефективного відмивання коренів цукрових буряків, та ефективного відокремлення від них зв'язаних домішок (пісок, ґрунти, зв'язані черешки та ін.) з подальшим їх виведенням з потоку буряків, *доцільно використовувати коритну комбіновану бурякомийку типу СКД-6* з незначною модернізацією окремих її вузлів.

3.1. *Перше мийне відділення з низьким рівнем води в комбінованій бурякомийці СКД-6* має подвійний корпус: перфорований і суцільний, в якому розміщено два паралельно установлені кулачних вали. У ньому відбувається транспортування і мокре перетирання кулачними валами коренів буряків в скупченому стані, при цьому передбачено відокремлення зв'язаних: ґрунту, піску, мілких фракцій каменів, а також відламування зв'язаних черешків і гички від коренів буряків і їх виведення через перфорований пояс (сітчасте днище корпусу) в великої ємкості бункери з шибєрними затворами. Дякуючи цим перевагам було виготовлено і впроваджено в виробництво сотні одиниць коритних комбінованих бурякомийок (станом на 10. 01.1992 р – 109 шт., які масово виготовлялись і в подальші роки), які експлуатуються і понині на багатьох цукрових заводах.

3.2. *Друге мийне відділення з високим рівнем води бурякомийки СКД-6* представляє собою горизонтально установлений корпус з подвійним днищем: перфорований і суцільний. По усій довжині корита змонтовані бункерні піскоуловлювачі а також каменеуловлювач для контрольного виловлювання важких домішок крупних фракцій. В мийному відділенні (як і в першому) паралельно встановлені два кулачних вала, які приводяться в обертання від індивідуального привода. В відділенні з високим рівнем води зі сторони вигрузочних ковшів, через регулятор рівня води і каменеуловлювач, подається чиста вода, яка проходить через уловлювач легких домішок системи інж. Демченко, шнековий сепаратор і надходить на хвостикоуловлювач типу РХ-6, або ж інше аналогічне обладнання.

Переваги і недоліки другого мийного відділення з високим рівнем води бурякомийки СКД-6(в порівнянні з бурякомийкою типу ШІ-ПМД-6).

1). Наявність в корпусі 2-х кулачних валів які перемішують і транспортують масив коренів буряків, чим інтенсифікують: процес відмивання коренів; процес відокремлення і спливання легких домішок; процес відділення і відведення від маси буряків важких домішок.

2). Ємність корпусу дозволяє розосередити масу коренів буряків і, тим самим, постійно утримувати дзеркало води і безупинне відведення з по-

ТЕХНІКА & ТЕХНОЛОГІЇ

верхні води легких плаваючих домішок. В той же час, за умов великої забрудненості буряків рослинністю, виконання даного пристрою вимагає його модернізації та удосконалення.

3). Відсутність циркуляційного контуру (який присутній в другому мийному відділенні бурякомийки типу Ш1-ПМД-6), як ненадійного і, з сумнівною економічною доцільністю, спрощує конструкцію другого мийного відділення.

4). Враховуючи недоліки в якості виконання і використання неякісних матеріалів при виготовленні пристрою для виведення плаваючих домішок – доцільно встановити в мийному відділенні з високим рівнем води бурякомийки СКД-6 удосконалений та доведений фірмою «ТМА» до належного технічного рівня пристрій, аналогічно установленому уловлювачу легких домішок УЛД-6 на Лебедянському цукровому заводі (Росія). Таке виконання конструктивно вписується в мийне відділення з високим рівнем води бурякомийки типу СКД-6.

4.0. З метою достатньо повного відмивання буряків від розмоклого в гідротранспортері та бурякомийці, але ще зв'язаного ґрунту з заглиблених раковин коренів буряків, а також з метою виведення мілких фракцій бурякомаси і органічних домішок що появилися в процесі мокрого перетирання коренів у мийних відділеннях бурякомийки СКД-6, доцільно використовувати в схемі мийного відділення після коритної бурякомийки, як послідовно установлений, **мийний агрегат – вододомішковідділювач ТМА-ВДФ-6.04** з розрахованою кількістю рядів форсунок високонапірних струменів води, і, як найбільш вдосконалений по технічному рівні. При цьому необхідно, на базі його робочої поверхні використати кінетичну енергію води в вигляді високонапірних струменів, які можуть формуватись соплоапаратами розробки фірми «Сахавтомат» [1, 2], Жабинківського чи Лохвицького цукрових заводів, або ж набором форсунок зарубіжних фірм. Для створення високонапірних струменів води використати насос типу 2ТС-75-115, з параметрами роботи: продуктивність $Q = 75 \text{ м}^3/\text{год}$, напір $H = 115 \text{ м вод.ст.}$, або ж насос з аналогічною О-Н характеристикою.

4.1. Необхідно, з метою більш повного відділення легких (рослинних) домішок від потоку буряків в місці їх пересипання, після останнього валка дискового вододомішковідділювача – установити валок зворотного обертання діаметром 325 мм, а також пристрій для формування потоку стисненого повітря.

5.0. В залежності від характеристики ґрунтів зони бурякосіяння, для конкретно взятого цукрового заводу: глинисті, суглинисті, чорноземні, змішані, і т.д., приймати рішення по розширенню чи скороченню мийних одиниць обладнання (мається на увазі кількість послідовно установлюваних: 1,2,3...п) вододомішковідділювачів ТМА-ВДФ-6.04 (див п.4.0 і 4.1) з метою повного відмивання коренів буряків! При використанні мийно-

го агрегату на базі вододомішковідділювача ТМА-ВДФ-6.04 досягається:

- використання кінетичної енергії води і потенціальної енергії стисненого повітря для інтенсифікації процесу очистки буряків;
 - при використанні розрахункової кількості послідовно установлених «Вододомішковідділювачів ТМА-ВДФ-6.04» можливо досягти необхідного ступеню відмивання цукрових буряків (майже повного).
- 6.0. Аналізуючи запропоновану принципову схему і її наповнення обладнанням, цікавими для виробників виникають запитання:
- рівень інтенсифікації процесів очищення цукрових буряків до перероблення і забезпечення вимог технологічних процесів бурякоцукрового виробництва;
 - первинні капітальні затрати на її впровадження, з врахуванням конкретних умов конкретно взятого цукрового заводу, а також з врахуванням характеристики ґрунтів зони бурякосіяння даного заводу;
 - експлуатаційні витрати і надійність та довговічність роботи обладнання; - можливість роботи бурякопідготовчого відділення в автоматичному режимі та ін.;
 - можливість ефективно переробляти цукрові буряки різної якості на протязі виробничого сезону.

6.1. Відповіді на вищевикладені запитання дає перспективна технологічна схема (**рис.2**).

6.2. Вододомішковідділювач «ТМА-ВДФ-6.04», забезпечує:

- надійність і довговічність роботи;
- повне і гарантоване відведення транспортерної і мийної води;
- відбір сторонніх домішок: легких, важких і непридатної до промислового перероблення бурякомаси на рівні 82-85%, в тому числі і за рахунок використання високонапірних струменів води і потоку стисненого повітря;
- відмивання коренів буряків від зв'язаного ґрунту з використанням кінетичної енергії води тиском $P = 0,8 - 1,2 \text{ МПа}$ ($8 - 12 \text{ кгс/см}^2$) на рівні 40-50%.

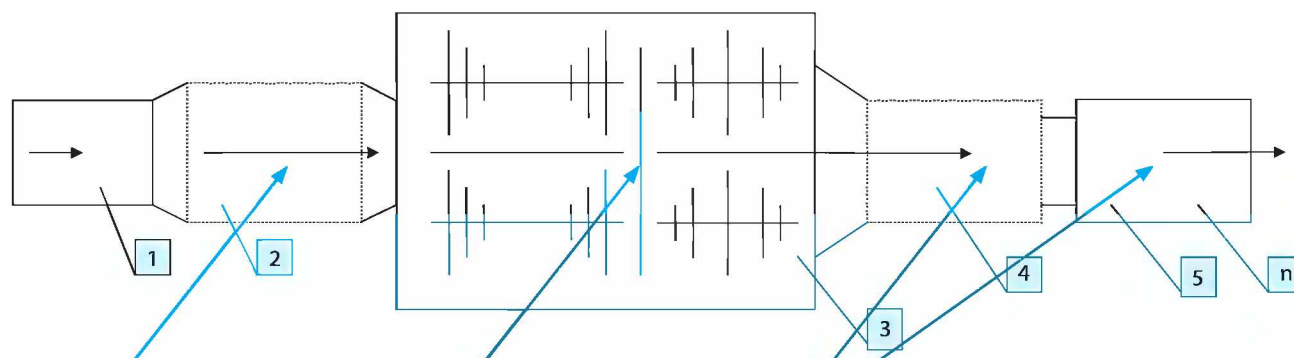
6.3. Коритна комбінована бурякомийка типу СКД-6.

6.3.1. Перше мийне відділення, забезпечує:

- відмивання коренів буряків до 40–50% (від залишкового забруднення);
- інтенсивне відокремлення зв'язаного ґрунту від коренів в процесі мокрого перетирання їх в скупченому стані;
- відокремлення (відламування) зв'язаних гички і черешків від коренів буряків;
- відокремлення піску і мілких фракцій каменів та відведення їх через розгалужений ситовий корпус в пісконакопичувачі великої ємності.

6.3.2. Друге мийне відділення, забезпечує:

- відмивання коренів буряків при транспортуванні і обполіскуванні в розрідженому стані (буряки-вода) до 20-30% (від залишкового забруднення);
- відділення і виведення легких плаваючих домішок за межі бурякомийки;



Інтенсифікаційні процеси очищення буряків

- 100 % відведення транспортної води з домішками;	- відділення зв'язаних ґрунтів (землі); - відділення зв'язаних черенків і гички при перетиранні коренів в скученому стані;	- використання кінетичної енергії високонапірних струменів води - використання потенційної енергії стисненого повітря;
- 82-85 % відведення легких і важких домішок та бурякомаси мілких фракцій;	- відмивання коренів буряків до 40-50% ; - відділення і відведення піску і мілких фракцій камінців;	- використання водоповітряного пульсаційного режиму відмивання коренів буряків;
- використання кінетичної енергії високонапірних струменів води;	- контрольне уловлення важких домішок крупних фракцій; - відділення і відведення легких домішок;	- відмивання коренів буряків до 92-95%;
- використання потенційної енергії стисненого повітря;	- відділення і відведення дуплистих (плаваючих) коренів буряків;	- контрольне відділення і відведення не придатної до переробки бурякомаси і сторонніх домішок;
- відмивання зв'язаних ґрунтів (землі) 40-50%.	- регулювання ритмічності подачі і підтримання стабільності потоку буряків.	- в залежності від досягнутого ступеню відмивання - кількість послідовно встановлюваних ТМА-ВДФ -6.04 може збільшуватись до економічно доцільного (n).

Рис. 2. Перспективна схема мийного відділення цукрового заводу.

- відділення і виведення за межі бурякомийки піску і важких домішок;
- підтримання стабільності потоку буряків в бурякопідготовчому відділенні цукрового заводу.

7.0. Рекомендується в мийному відділенні багаторазове використання чистої (свіжої) води. Схема водовикористання і водовідведення залежить від типу обладнання мийного відділення.

8.0. Прогресивна технологічна схема передбачає, з врахуванням наявних виробничих площ і необхідної кількості обладнання - різні схеми для відведення, класифікації і використання відходів мийного відділення.

Висновки і рекомендації:

1. На нашу особисту думку - у світовій практиці ще не знайдено єдиного ефективного апаратурного оформлення процесів інтенсифікації для якісного відмивання коренів цукрових буряків по нових технологіях, короткострокових в часі та в найгірших умовах їх перероблення. Строяться цілі цеха доочистки буряків з використанням старих процесів інтенсифікації, які на сьогодні складають набір обладнання металомісткого і з значними енергозатратами, без оправданої інтенсифікації і економічної доцільності.

3. Запропонована прогресивна схема мийного відділення цукрового заводу продуктивністю 6 000 тонн переробки буряків за добу, в якій присутні процеси інтенсифікації очищення цукрових буряків - як сировини для цукрових заводів. При цьому, в залежності від конкретної ситуації

можливо визначати кількість одиниць (послідовно установлених) - високотехнологічних вододомішковідділювачів розробки «ТМА -ВДФ-6.04».

4. Пропонується здійснювати струминний відмив коренів буряків на робочій поверхні вододомішковідділювачів з використанням водоповітряного пульсаційного режиму [5] - це перевертання в мисленні спеціалістів цукрової галузі! Позитивний результат неодмінно буде.

Список використаних джерел

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. Петруняк В.Д., Хоменко Н.Д. Опыт эксплуатации дисковых водоотделителей типа ВДФ. - Сахарная промышленность, -1968. -№1.- С. 33-34.
3. Новое в технологии мойки свеклы // В.Н. Кухар, А.А. Добротворский и др. Сахар, 2003. - С. 45-47.
4. Головатий А.С. Очистка буряків від легких домішок на цукрових заводах асоціації «Полтавацукор». - Цукор України, - 1993. - №2. - С. 13-15.
5. Нарожний С.О., Хоменко М.Д., Сорокін А.І. Водоповітряне пульсаційне відмивання цукрових буряків. - Харчова промисловість, - 2010. - №9. - С. 131-133.