

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

Механіко-технологічний факультет



Кафедра ОПХВ ім. проф. Ф.Ю. Ялпачика

**ВИВЧЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ
ЦУКРОВОЇ ВАТИ**

методичні вказівки до лабораторної роботи з дисципліни
" Інноваційні технології та обладнання галузі "
для студентів денної та заочної форми навчання
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр»

Мелітополь, 2020

Вивчення обладнання для виготовлення цукрової вати. Методичні вказівки для студентів, які навчаються за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування», здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр» – Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2020 - 17 с

Розробники: к.т.н., доцент Паляничка Н.О.
к.т.н., ст. викл. Верхоланцева В.О.

Рецензент: доктор технічних наук, професор кафедри МЕЗ Волошина А.А.

Розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри ОПХВ ім. проф.
Ф.Ю. Ялпачика
Протокол № від 2020 р.

Методичні вказівки затверджені методичною радою факультету МТ
Протокол № від 2020 р.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

ВИВЧЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЦУКРОВОЇ ВАТИ

Мета роботи: Вивчити класифікацію обладнання для виробництва цукрової вати, принцип його дії і будову. Приготувати зразки продукту і оцінити його якість.

Час виконання роботи 4 години.

1 Порядок виконання роботи

- ознайомитись з історією виникнення цукрової вати;
- ознайомитись з теорією і технологічними схемами виготовлення цукрової вати, перевагами і недоліками пристроїв для виготовлення цього кондитерського виробу;
- ознайомитись з технічними вимогами на виготовлення цукрової вати і рецептами цукрового сиропу для її виробництва;
- розглянути принцип дії та будову основних конструкцій обладнання для виготовлення цукрової вати та діючої лабораторної установки.
- провести налагодження, регулювання і підготовку до роботи діючої лабораторної установки для виготовлення цукрової вати;
- виконати експериментальні дослідження процесу приготування цукрової вати;
- зробити аналіз результатів експерименту, сформулювати висновки за результатами роботи; оформити звіт з роботи.

2 Завдання для самопідготовки

У процесі підготовки до заняття студент повинен:

- **вивчити і повторити:** призначення, принцип дії і будову основних видів обладнання для виробництва цукрової вати;
- **знати:** переваги та недоліки машин і обладнання, які використовуються при виробництві цукрової вати;
- **вміти:** проводити налаштування лабораторної установки, користуватися вимірювальними приладами, аналізувати результати експерименту.

3 Теоретична частина

3.1 Історія виникнення і розвитку цукрової вати

Уперше ці ласощі одержали поширення в Італії у XV столітті. Цукор плавили в каструлі, а тонкі „нитки“ „витягали“ за допомогою спеціальних

виделок. Готову солодку вату, яка вважалася повноцінним десертом, подавали на блюді із фруктами.

Пізніше, в XVIII столітті з солодкої „пряжі“ почали створювати справжні твори мистецтва. Особливою популярністю користувалися крашанки з „цукрової пряжі“, які прикрашалися золотими і срібними нитками з карамелі.

Перший апарат для виготовлення цукрової вати був створений і запатентований в 1897 році Вільямом Морісоном і Джоном Вартоном. Принцип роботи приладу і дотепер залишається таким же: вата виготовляється з розтопленого цукру, який виливається крізь сито на холодний обертовий металевий барабан, а нитки збираються у пасма.

У різних країнах солодку вату називають по-своєму: в Україні „цукрова або солодка вата“, в Америці – „бавовняна насолода“ (cotton candy), в Італії – „цукрова пряжа“ (zucchero filato), у Німеччині – „цукрова вовна“ (Zuckerwolle), в Англії – „чарівна шовкова нитка“ (fairy floss), у Франції – „борода дідуса“ (barbe a papa). Це смачні ласощі настільки сильно полюбили французи, що вони навіть виготовили незвичайну горілку зі смаком солодкої вати, яка називається Cotton Candy Liqueur. На Сході є аналогічні кондитерські вироби, такі як перський Pashmak і турецький Pişmaniye, хоча останній зроблений з борошном на додаток до цукру.

На цей час, завдяки великій різноманітності харчових барвників і ароматизаторів солодка вата може бути всіляких смаків і кольорів.

3.2 Принципові схеми виробництва цукрової вати

Принцип роботи будь-якого апарата для виготовлення цукрової вати практично не відрізняється від принципу, заявленому в патенті В. Морісона і Д. Вартона.

На рисунку 2 показаний апарат барабанного типу, загальний вид; на рисунку 3 – вертикальний розріз стінки барабана в радіальній площині: а) по щілині, б) по нагрівальному елементу.

Апарат складається з барабана 1, закріпленого на верхньому кінці вертикального вала 2, встановленого в опорі 3, яка кріпиться до корпусу 4. Нижній кінець вала 2 з'єднаний пружною муфтою 5 з електродвигуном 6, розташованим у нижній частині корпусу.

У стінці барабана зроблені вертикальні наскрізні отвори 7, у яких розміщений нагрівальний елемент 8 у вигляді безперервної спіралі з тугоплавкого дроту, що проходить через усі отвори всередині барабана. Для електроізоляції спіралі усередині отворів є втулки 9 і прокладки 10. Виводи

спіралей з отворів закриті кільцями 11 і 12 з електроізоляційною прокладкою 13 із внутрішньої сторони.

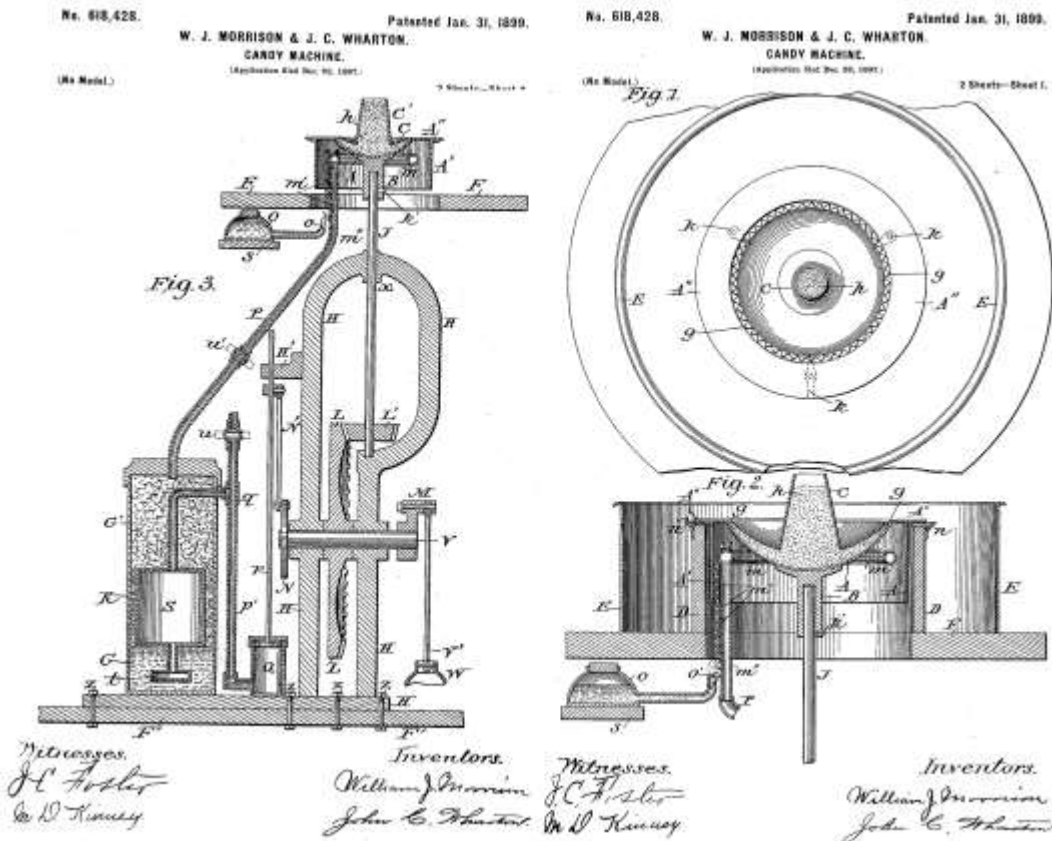


Рисунок 1 – Перший патент на прилад для виготовлення солодкої вати

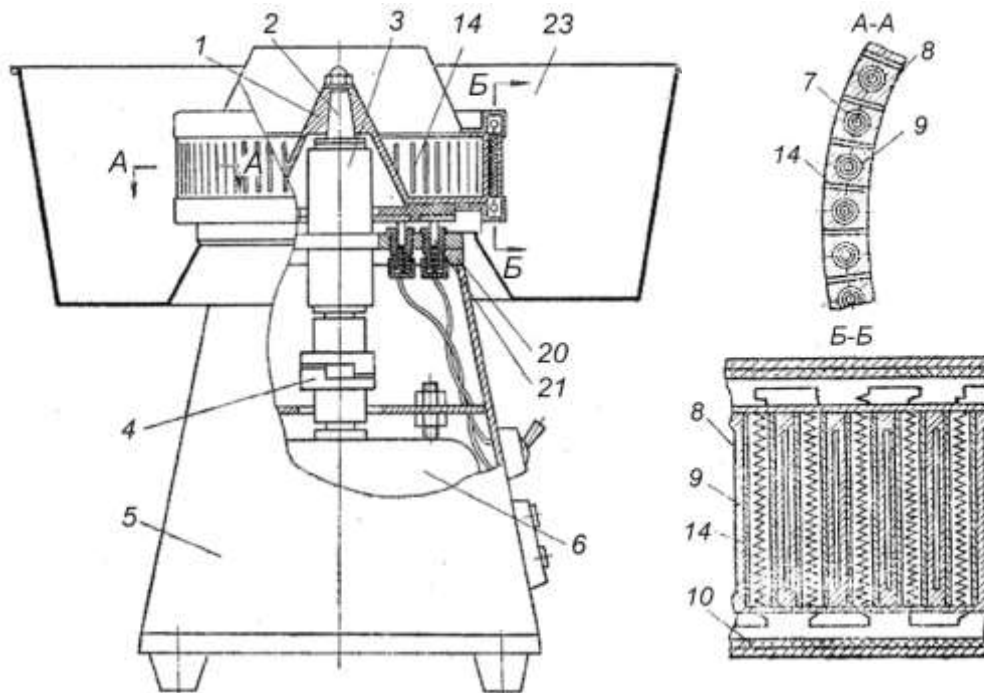


Рисунок 2 – Апарат барабанного типу (позначення в тексті).

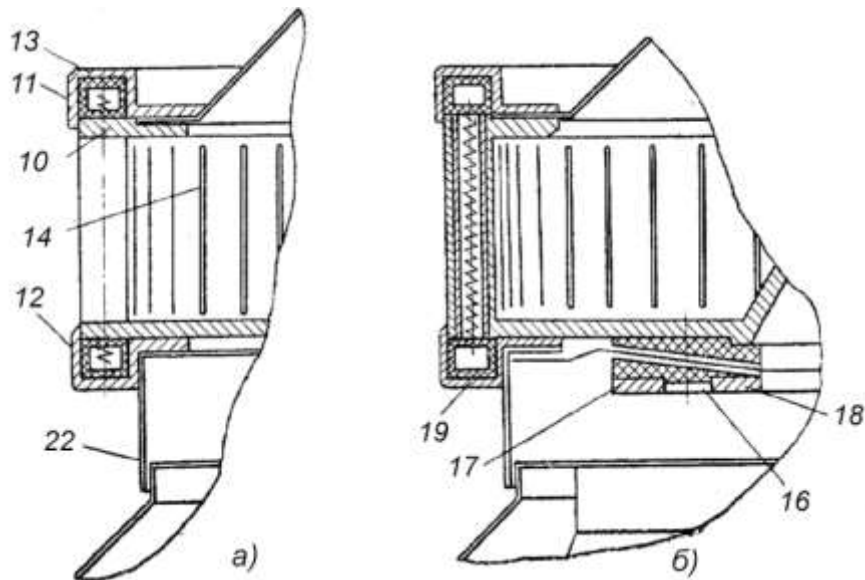


Рисунок 3 – Вертикальний розріз стінки барабана:
а) по щілині, б) по нагрівальному елементу.

Між отворами 7 у стінці барабана проходять вузькі вертикальні щілини 14 або вертикальні ряди дрібних отворів, ширина яких повинна бути трохи вища, ніж крупинки цукрового піску. До дна барабана прикріплена шайба 16 з контактними кільцями 17 і 18, концентрично розташованими на ній. Через проріз 19 у нижньому кільці 12 кінці спирали приєднано до контактних кілець 17 і 18.

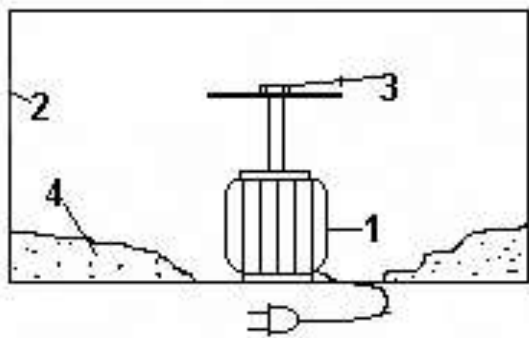
В опорі 3 укріплені два щіткотримачі 20 з щітками для проведення струму 21. Для захисту від попадання цукрової вати в місця контактування щіток у нижній частині барабана є огороження 22. Збірник вати 23 являє собою чашу, укріплену на корпусі 4.

Апарат працює у такий спосіб. Після прогріву і запуску барабана через воронку 15 засипається певна доза цукрового піску. При обертанні барабана за рахунок відцентрової сили цукровий пісок притискається до поверхні внутрішньої порожнини барабана.

Нагрівальний елемент передає тепло стінці барабана, яка акумулює його, а потім розплавляє цукровий пісок. Розплавлений цукор відцентрової силою викидається через щілини в збірник у вигляді застиглих тонких ниток. Збирання продукту здійснюється вручну, намотуванням ниток на паличку.

На рисунку 4 показана ще одна схема одержання солодкої вати.

Апарат складається з електродвигуна 220 В, потужністю від 50 до 300 Вт із частотою обертання ротора 1250...1500 об/хв. і прикріпленого до його вала диска з листового алюмінію діаметром 170...180 мм і товщиною 0,2...0,3 мм. На відстані 350...400 мм від центру диска встановлюється огороження.



Спочатку готують карамельну масу без застосування патоки. Маса не зацукровується внаслідок утворення інвертного цукру під дією оцтової есенції, що додається у середині варіння.

Рисунок 4 – Альтернативна схема одержання цукрової вати:

1 - електродвигун; 2 - огороження; 3 - диск; 4 - шар солодкої вати

Для цього у невеликій кількості води (приблизно на 3 частини цукру-піску 1 частина води) розчиняють цукровий пісок і кип'ятять розчин 10 хв., після чого вносять оцтову есенцію (на 1 кг цукру 3 мл есенції) і масу знову уварюють 10...12 хв. Після цього масу доводять на дуже повільному вогні протягом 25...30 хв. до одержання міцної карамельної проби вологістю 1,5...1,7%.

Вологість визначається по температурі кипіння маси. Спочатку кипіння вона повинна бути 100...105 °С, а наприкінці – 135...145 °С. Готову масу, не даючи їй охолонути, тонким струменем виливають на край диска, що обертається (2...4 мм від краю).

Гарячий сироп, розбиваючись на тисячі тонких ниток, застигає при кімнатній температурі, утворюючи шар вати.

При підвищеній вологості навколишнього повітря неможливо одержати продукт високої якості. У цьому випадку можна використовувати закриття апарата кришкою з отвором для уведення карамельної маси.

Після відключення двигуна нитки відокремлюють від корпусу. Солодку вату нарізають на потрібну кількість порцій. Продукт повинен мати білий колір і приємний солодкий смак. При застосуванні харчових барвників продукт одержує більш привабливий вид.

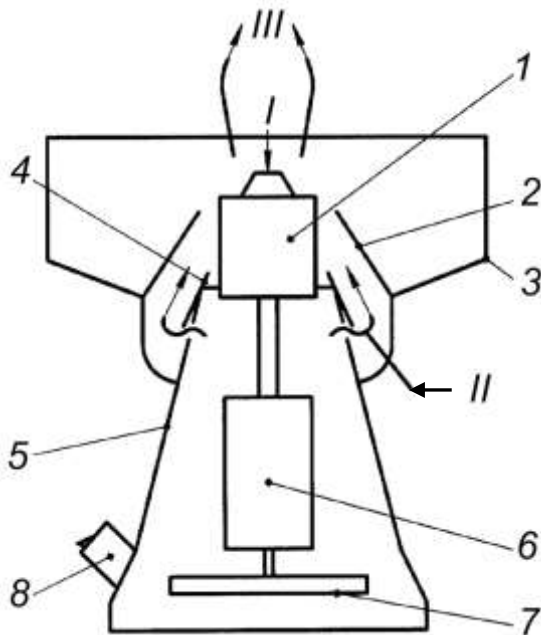
Для збереження високої якості цукрової вати необхідно очищати диск від налиплого сиропу після кожного робочого циклу. Продукт не можна зберігати тривалий час на відкритому повітрі. Герметичне упакування та холод збережуть його на добу і більше.

На рисунку 5 показана схема малогабаритного апарату для виробництва цукрової вати.

Апарат для виробництва цукрової вати складається з робочої головки 1, установленної на верхньому кінці робочого вала, кожуха обдуву головки 2,

допоміжної знімної ємності 3, захисного кожуха 4, основного корпуса 5, електропривода 6, вентилятора 7.

Електропривод 6 приводить в обертання робочу головку 1 і колесо вентилятора 7. Після прогріву апарата засипається певна доза цукрового піску.



При обертанні головки 1 розплавлений цукор видавлюється відцентровою силою у вигляді цукрової вати. Потік повітря, що виходить із сопла, утвореного корпусом робочої головки 1 і кожухом обдуву 2, захоплює з головки цукрову вату, що виходить, і утворює струмінь цукрової вати, спрямований угору.

Різноманітне позиціонування (нахил палички до осі робочої головки, відстань до головки, тощо) дозволяє операторові робити різноманітні види укладки на палички.

Рисунок 5 – Схема малогабаритного апарата (позначення в тексті):

I- подача цукру; II- подача повітря; III- вихід цукрової вати

Продуктивність апарата – 60 порцій по 25 грам за годину, напруга 220 В, потужність двигуна 0,25 кВт, маса 3 кг.

На рисунку 6 представлений апарат для готування цукрової вати з механізмом видачі паличок.

Апарат працює у такий спосіб. У магазин 4 завантажують палички, які виконані, як правило, з паперу або картону. У бункер 7 завантажують цукровий пісок. При вмиканні апарата з бункера 7 в автоматичному режимі цукровий пісок надходить у барабан 2 доти, поки не спрацює датчик рівня 13. Включається електронагрівник 3 і приводи обертання барабана 12 і чаші 11.

Механізм видачі паличок передає паличку маніпулятору 9, оснащеному приводом обертання палички, який підводить обертову паличку до пристрою для змочування 6, де паличка зволожується.

Потім маніпулятор 9 опускає паличку, що обертається у порожнину чаші 1. Розплавлений цукор під дією відцентрових сил тонкими нитками через перфорацію барабана 2 попадає в порожнину чаші 1, де застигає, перетворюється у вату при контакті ниток із внутрішньою стінкою чаші і поступово намотується на паличку.

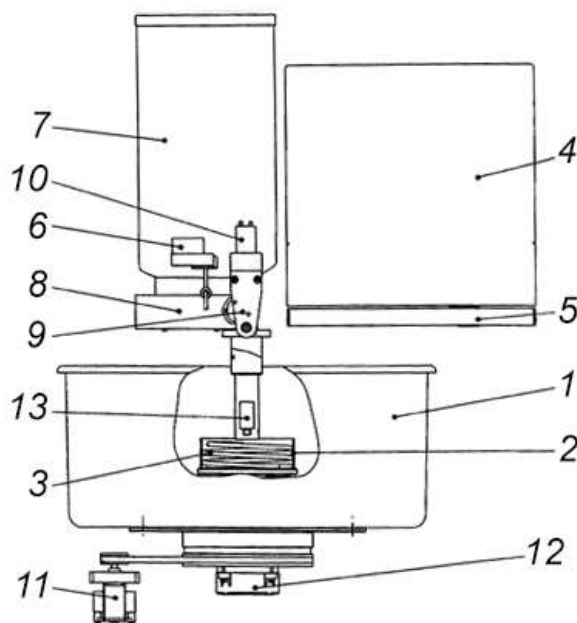


Рисунок 6 – Схема апарата для готування цукрової вати з механізмом видачі паличок

1 - чаша, 2 - перфорований барабан, 3 - електронагрівник, 4 - магазин для паличок, 5 - механізм видачі паличок, 6 - пристрій для змочування паличок, 7 - бункер з дозатором 8, 9 - маніпулятор, 10 - привод обертання палички, 11 - привод обертання чаші, 12 - привод обертання барабана, 13 - датчик рівня цукрового піску.

На рисунку 8 представлена схема установки для одержання екструдованої цукрової вати.

Установка для одержання екструдованої цукрової вати включає встановлений з можливістю обертання від електродвигуна 1 навколо своєї осі робочий орган, виконаний складовим (рисунок 7) з розпилювального диска 2, опорного барабана 3, конусоподібної 4 і криволінійної 5 напрямних вставок.

Вал 6 робочого органа (рисунок 8) у районі камери 7 нагрівального елемента, виконаного у вигляді калорифера 8 з вентилятором 9, має прорізи, з'єднані криволінійними каналами 10 з його внутрішньою порожниною 11, яка має вихід на торцевій поверхні 12 розпилювального диска 2 у вигляді отворів (круглих або щілиноподібних) 13, виконаних за криволінійною траєкторією 14 (рисунок 7 і 8).

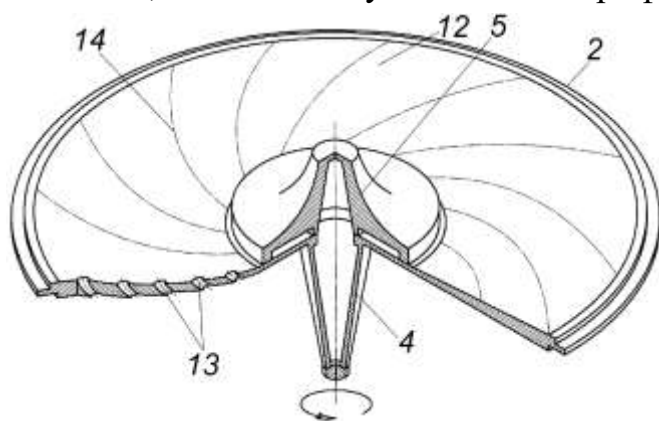
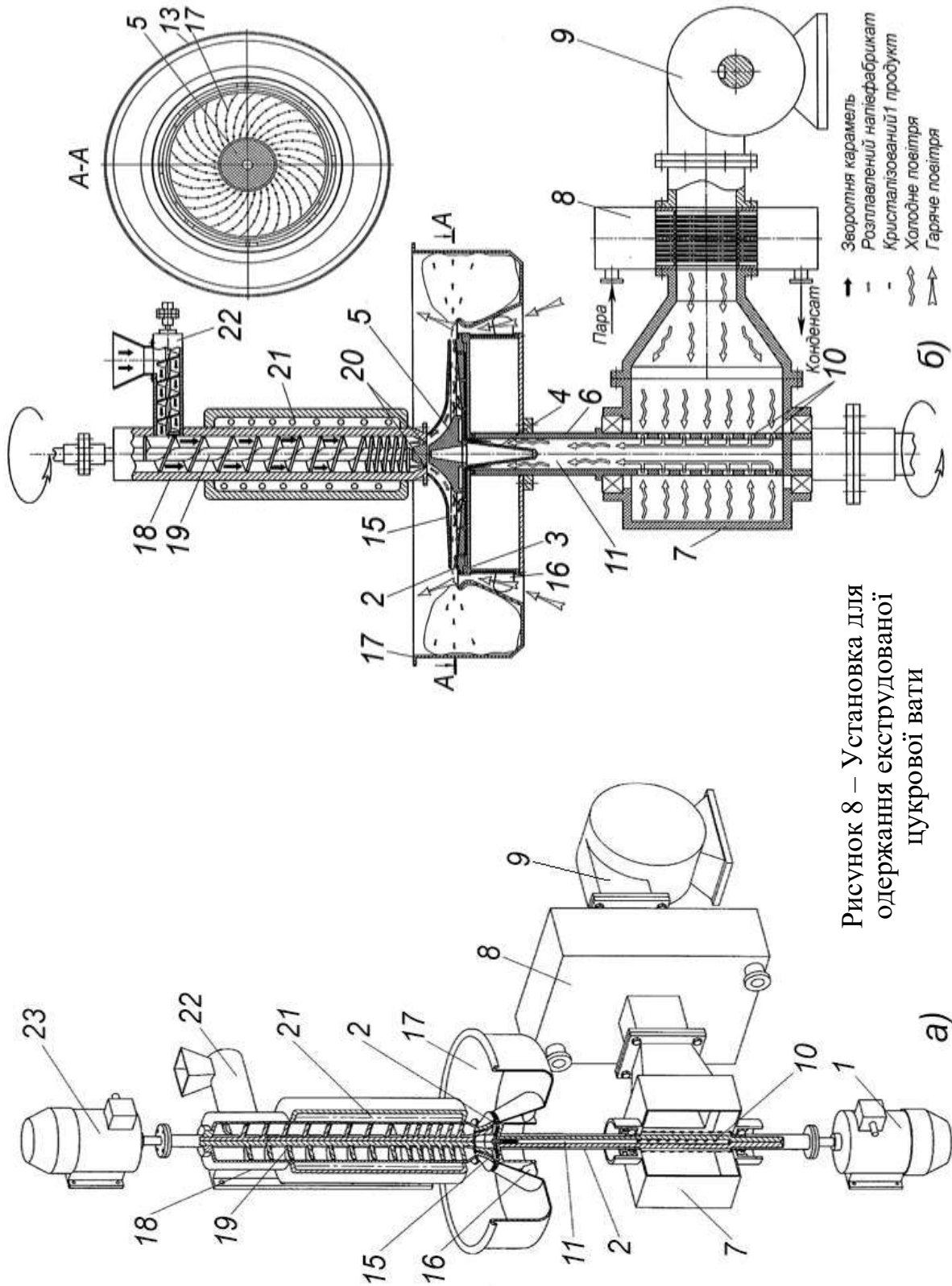


Рисунок 7 – Розпилювальний диск



Рисунк 8 – Установка для одержання екструдованої цукрової вати

Над робочим органом установлена нерухома кришка 15. Торцева поверхня розпилювального диска 2 і кришка 15 утворюють конусний щільний простір, що зменшується до периферії. При цьому на торцеву поверхню 12 розпилювального диска 2 і внутрішню поверхню кришки 15 нанесені покриття з антиадгезійного матеріалу, (наприклад, фторопласту).

На бічній поверхні опорного барабана 3 апарата установлені лопаті 16 (рисунок 8, а).

Установка має приймальну ємність 17 у вигляді циліндричного піддона з вікном у днищі для забору охолоджувального повітря, яке направляється лопатями 16, що забезпечує впорядковане відділення цукрової вати від робочого органа і її укладання у приймальну ємність. Завдяки такій конструкції прийомної ємності процес збирання вати може здійснюватися в автоматичному режимі.

По осі обертання робочого органа над ним додатково встановлений вертикально розташований екструдер 18 з нагнітальним шнеком 19 і периферійними вихідними отворами 20, а також нагрівальні елементи 21 і шнековий живильник 22.

Обертання нагнітального шнека 19 екструдера 18 здійснюється від електродвигуна 23.

У якості напівфабрикату для виготовлення солодкої вати використовують відходи льодяникової карамелі.

Технологічний процес включає підготовку шляхом пластифікації напівфабрикату в екструдері 19 при температурі 120...130 °С. Для цього вмикаються електричні нагрівальні елементи 21 екструдера 18 і одночасно приводиться в обертання від електродвигуна 23 нагнітальний шнек 19, а також шнек живильника 22, за допомогою яких у зону пластифікації екструдера подаються відходи льодяникової карамелі.

За рахунок передачі теплоти від нагрівальних елементів 21 і тиску, що створюється зусиллям нагнітального шнека 19, відбувається їх швидке плавлення (рисунок 8, б).

При цьому робочому органу також надається обертальний рух за допомогою електродвигуна 1. Розплавлений напівфабрикат під дією зусилля нагнітального шнека 19 і відцентрових сил виштовхується через периферійні вихідні отвори 20 у кільцевий проміжок між торцевою поверхнею розпилювального диска 2 і кришкою 15, де здійснюється формування цукрових ниток на повітряній подушці шляхом їх піддування підігрітим повітрям з отворів 13, виконаних за криволінійною траєкторією 14.

Повітря, що забезпечує повітряну подушку над торцевою поверхнею 12 розпилювального диска 2, спочатку нагнітається вентилятором 9 у камеру 7, підігріваючись при цьому заздалегідь у калорифері 8 до температури 130...140 °С, а потім захоплюється прорізами вала 6 робочого органу, подається через криволінійні канали 10 у його внутрішню порожнину 11 і виходить на торцевій поверхні 12 розпилювального диска 2 через отвори 13.

З щільного простору напівфабрикат виходить у вигляді тонких ниток, які додатково розтягуються і охолоджуються повітряним потоком, що створюється лопатями 16.

Захоплена повітряним потоком вата осідає у приймальній ємності 17, звідки вона потім безперервно видаляється.

Наведена установка дозволяє забезпечити безперервність технологічного процесу, низьку питому витрату енергії, невеликі капітальні витрати, малі виробничі площі, компактність і універсальність.

3.3 Обладнання для виготовлення цукрової вати

Практично усе обладнання з виготовлення цукрової вати призначається для його використання безпосередньо на місцях споживання виробленого продукту.

З 1994 року в Україні випускаються апарати для приготування цукрової вати серії УСВ. Ці апарати зарекомендували себе з позитивної сторони, постійно удосконалюються і на даний час останньою маркою цієї серії є установка УСВ-5.

Як правило ці апарати мають ще і торгові назви як „Том і Джері“, „Поні“, „Кеша“, тощо.

На рисунку 4 показано фото апарата для готування цукрової вати марки УСВ-1М.



До достоїнств апарата типу УСВ можна віднести:

- невисока вартість у порівнянні з імпортними зразками;
- невеликі габарити;
- уловлювальна ємність виконана з нержавіючої сталі;
- доступність комплектуючих і їх невисока вартість.

Мінуси апарата УСВ:

- інертність головки;
- залежність продуктивності від напруги в мережі.

Рисунок 4 – Апарат марки УСВ-1М

ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА УСВ-1М:

Продуктивність, порцій/год.	до 100;
Потужність максимальна, кВт ,	1,25;

Швидкість обертання головки, об/хв.	3000;
Напруга, В	220;
Габарити, мм	305×430×535;
Ємність уловлювальна, мм	Ø620 мм, h170;
Маса, кг.	12.

Даний апарат зроблений за зразком американського апарата для виготовлення солодкої вати фірми „Breeze“.

Принцип роботи апарата УСВ-1М полягає у наступному.

Цукор насипається у порожнину головки апарата. При обертанні головки за рахунок відцентрової сили головки цукор попадає на ТЕН, де миттєво перетворюється у вату.

Вже після 40...60 секунд після вмикання можна починати готувати цукрову вату. Відмінною рисою апарата є те, що процес плавлення цукру здійснюється ТЕНом, потужність якого 1,25 кВт.



У даному апараті передбачений захист від неправильного включення і пригорання цукру – при вимкненому обертанні головки автоматично відключається нагрівання ТЕНів.

Конструкція апарата дозволяє не розбирати апарат для чищення кожну зміну, тому що головка апарата самоочисна. Наприкінці зміни досить включити апарат на повну потужність на пару секунд.

Рисунок 5 – Головка апарата УСВ-5

Існують конструкції апаратів з маркою УСВ-Газ, нагрів головки в яких здійснюється скрапленням побутовим газом.

Живлення механізму обертання головки передбачається від акумулятора напругою 12 В. Такі апарати призначені для автономних торгівельних точок в місцях, де неможливе підключення до електромережі.

На рисунку 6 показаний загальний вигляд апарата з вертикальним виходом цукрової вати „Бджілка“ (АСВ-Авангард).

Установка призначена для готування цукрової вати шляхом розплавлення цукру і розпилення карамелі через спеціальні отвори за рахунок відцентрової сили, що виникає при високій швидкості обертання жиклерної головки.

Апарат АСВ-Авангард дозволяє обійтися без стандартного уловлювача завдяки спеціальній конструкції головки з лопатями.



Нитки карамелі направляються вертикально нагору, що дозволяє більш ефективно й красиво формувати пучок солодкої вати, а так само дає можливість формувати різні фігури, квіточки з солодкої вати. Плавне регулювання нагріванням апарата дозволяє виставити необхідну температуру головки і продуктивність.

Рисунок 6 – Апарат АСВ „Бджілка“

Продуктивність 1...2 порції/хв.; витрата цукру на порцію 25...30 г; час безперервної роботи 12 год., час прогріву головки 3...4 хв. Максимальна споживана потужність 1,1 кВт; габаритні розміри 382×382×400 мм; маса 7 кг; Виробник Авангард м. Харків.

На рисунку 7 показані фото деяких марок апаратів для цукрової вати.



Рисунок 7 – Фото настільних апаратів для виготовлення солодкої вати

4 Оснащення робочого місця лабораторної роботи

У якості установки для проведення експериментальної частини лабораторної роботи використовується апарат для виготовлення цукрової

вати HURAKAN HKN-C1. Це обладнання може успішно застосовуватися для умов малих і індивідуальних підприємств.

ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА АПАРАТА HKN-C1

Продуктивність, порцій/хв.	2...3
Витрата цукру на порцію, г	25...30
Потужність елемента нагріву, кВт	0,98
Час попереднього розігріву, хв.	1...6
Потужність електродвигуна, Вт	8,0
Режим роботи, хв. роботи / хв. паузи	60/10
Розміри чаші, мм	520×520×505
Маса, кг	12,0



Рисунок 8 – Апарат для виготовлення цукрової вати HKN-C1

Крім лабораторної установки робоче місце лабораторної роботи комплектується лабораторними вагами і секундоміром.

У якості розхідних матеріалів використовується цукор, ароматизатори і харчові барвники.

5 Порядок виконання лабораторної роботи

5.1 Ознайомитись з будовою лабораторної установки, розібрати її складові вузли і уявити їх конструктивні особливості.

5.2 Підготувати лабораторну установку до проведення роботи, перевірити її на холостому ходу.

5.3 До початку готування цукрової вати необхідно приготувати ємність наповнену сухим цукром і палички для накручування вати. Барвники і ароматичні добавки в сухому виді додаються до цукру, суміш ретельно перемішується.

5.4 Установити кожух (чашу – ємність для приймання вати) на чотири опори-подушки так, щоб зазор між уловлювальною головкою і ємністю з усіх боків візуально був рівномірним.

5.5 Завантажити цукор (порцію, обумовлену умовами досліду).

5.6 Увімкнути електродвигун обертання головки апарата і після цього електронагрівач.

5.7 Регулятором струму виставити середнє значення нагрівання нагрівального елемента.

5.8 Піочекати (30..40 с) до моменту появи струменю вати.

* Для того, щоб вата вийшла об'ємна і пухнаста, необхідно за допомогою регулятора струму підібрати оптимальну температуру (при п

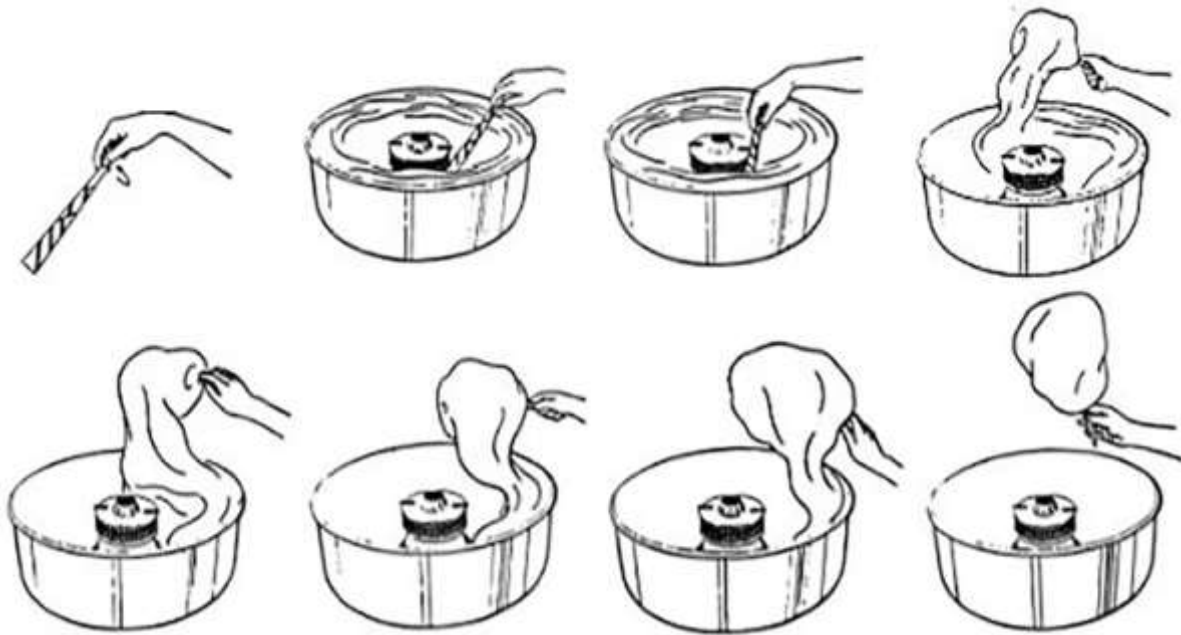


Рисунок 9 – Прийоми формування п'асом цукрової вати

5.9 Провести досліди згідно з програмою досліджень і визначити показники процесу (продуктивність, вихід вати, тощо).

5.10 Проаналізувати отримані результати та зробити висновки по проведеній роботі.

6 Вимоги безпеки

Під час проведення роботи додержуватись правил загальної інструкції з охорони праці, наведених у розділі „Загальні вимоги безпеки“. Під час роботи апарата слідкувати за тим, щоб в його барабан не могла попасти вода.

7 Контрольні питання

1 Історія виникнення кондитерського виробу – цукрової вати.

- 2 Принцип дії барабанного апарата виготовлення цукрової вати.
- 3 Принцип дії дискового апарата виготовлення цукрової вати.
- 4 Апарат готування цукрової вати з механізмом видачі паличок.
- 5 Обладнання для утворення цукрової вати методом екструзії.
- 6 Апарати серій УСВ і АСВ переваги і недоліки.
- 7 Лабораторна установка для виготовлення цукрової вати.
- 8 Порядок проведення експериментальної частини роботи.

8 Тестові завдання

1) Який компонент крім цукру-піску потрібно застосовувати для виготовлення цукрової вати?

1. рослинна олія рафінована;
2. вода дистильована;
3. ні перший і ні другий компоненти.

2) Який вид нагрівачів використовується в конструкції апарата для виготовлення солодкої вати барабанного типу (дивись рисунок 2)?

1. спіралі з тугоплавкого дроту;
2. теплоелектронагрівачі (ТЕНи);
3. енергія насиченої пари.

3) Укажіть продуктивність установки УСВ-1М

1. до 25 порцій/ год.;
2. до 50 порцій/ год.;
3. до 100 порцій/ год.

4) У якому стані повинен знаходитися цукор для формування ниток солодкої вати?

1. водний розчин;
2. розплав;
3. суспензія.

5) Укажіть потужність електродвигуна обертання головки установки НКН-С1

1. 8 Вт;
2. 80 Вт;
3. 800 Вт.