



IV. ДУМКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО

Присяжнюк Д. В.*
аспірант

Ладжинський коледж
Вінницького НАУ

Prisyazhnyuk D. V.

Ladyzhyn college of
Vinnytsia NAU

УДК 664.723:631.365

АНАЛІЗ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУШІННЯ ЗЕРНОВОЇ СИРОВИНИ ПРИ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНІЙ ОБРОБЦІ

В статті аналізується обладнання для сушіння зернової сировини під час процесу післязбиральної обробки. Виконано огляд існуючих зерносушарок і подано їх класифікацію. Базуючись на аналізі традиційного обладнання встановлено його недоліки, основними з яких є нерівномірність обробки і значні енерговитрати під час виконання технологічного процесу сушіння. Дані недоліки можливо усунути за рахунок впровадження вібротехнологій у конструкціях зерносушарок та озонування зерна при його сушінні.

Ключові слова: зернова сировина, післязбиральна обробка, сушіння, зернова сушарка, вібротехнології, озон, озонізована суміш, якість, енерговитрати.

Вступ. Післязбиральна обробка є важливим технологічним процесом для отримання якісної зернової сировини, яка в подальшому використовуватиметься в харчовій промисловості, в тваринництві чи в якості насінневого матеріалу. Основним етапом даної обробки є сушіння, метою якого є доведення зернового матеріалу до вмісту вологи, який є безпечним для подальшого зберігання сировини. Тому очевидно, що даний вид обробки вимагає чітких дотримань усіх норм та стандартів, які стосуються технології зерносушіння.

Існуючі традиційні способи та обладнання для післязбиральної обробки і сушіння взагалом є морально та фізично застарілими, що веде за собою підвищені енерговитрати при виконанні даного технологічного процесу.

Перспективним є використання вібротехнологій при сушінні, які інтенсифікують процес обробки зернової сировини за рахунок швидкого оновлення її поверхні, яка контактує з сушильним агентом.

В свою чергу усе частіше знаходить місце використання технології озонування, що обумовлено його участю в багатьох біохімічних процесах, які є основою обміну речовин та енергії у сільськогосподарських біологічних об'єктах. Результатом застосування озонізованої суміші є підвищення продуктивності, зниження енергоємності, зменшення бактеріологічного та вірусного

ураження, підвищення урожайності та збереження сільськогосподарської продукції.

Викладення основного матеріалу. Сушіння зернової сировини може здійснюватися різними способами, які В.М. Соловйов [1, с.128] поділяє на механічні та теплові. Дана класифікація охоплює лише ті способи сушіння, які знайшли широке поширення в сільському господарстві.

Нами пропонується більш повна класифікація існуючих способів сушіння (рис. 1). Згідно з цією класифікацією способи сушіння вологих матеріалів при післязбиральній обробці можна розділити на два основних: сушіння без зміни агрегатного стану матеріалу і сушіння зі зміною агрегатного стану матеріалу.

За режимом роботи зерносушарки поділяються на три групи [2-4]: безперервної дії, періодичної дії, напівперіодичної дії.

Безперервно діючі сушильні установки набули найбільшого поширення. У цих апаратах завантаження і вивантаження матеріалу відбувається безперервно, і в кожному перетині апарату вологість матеріалу і параметри теплоносія мають постійні значення, тобто процес йде при сталому режимі. Перевагою сушарок безперервної дії є повне використання обсягу сушильної камери, можливість повної автоматизації процесу, відсутність витрат тепла на прогрів установки. Їх недоліком (деяких конструкцій) є нерівномірна обробка матеріалу.

*Науковий керівник: к.т.н., доцент Цуркан О. В.

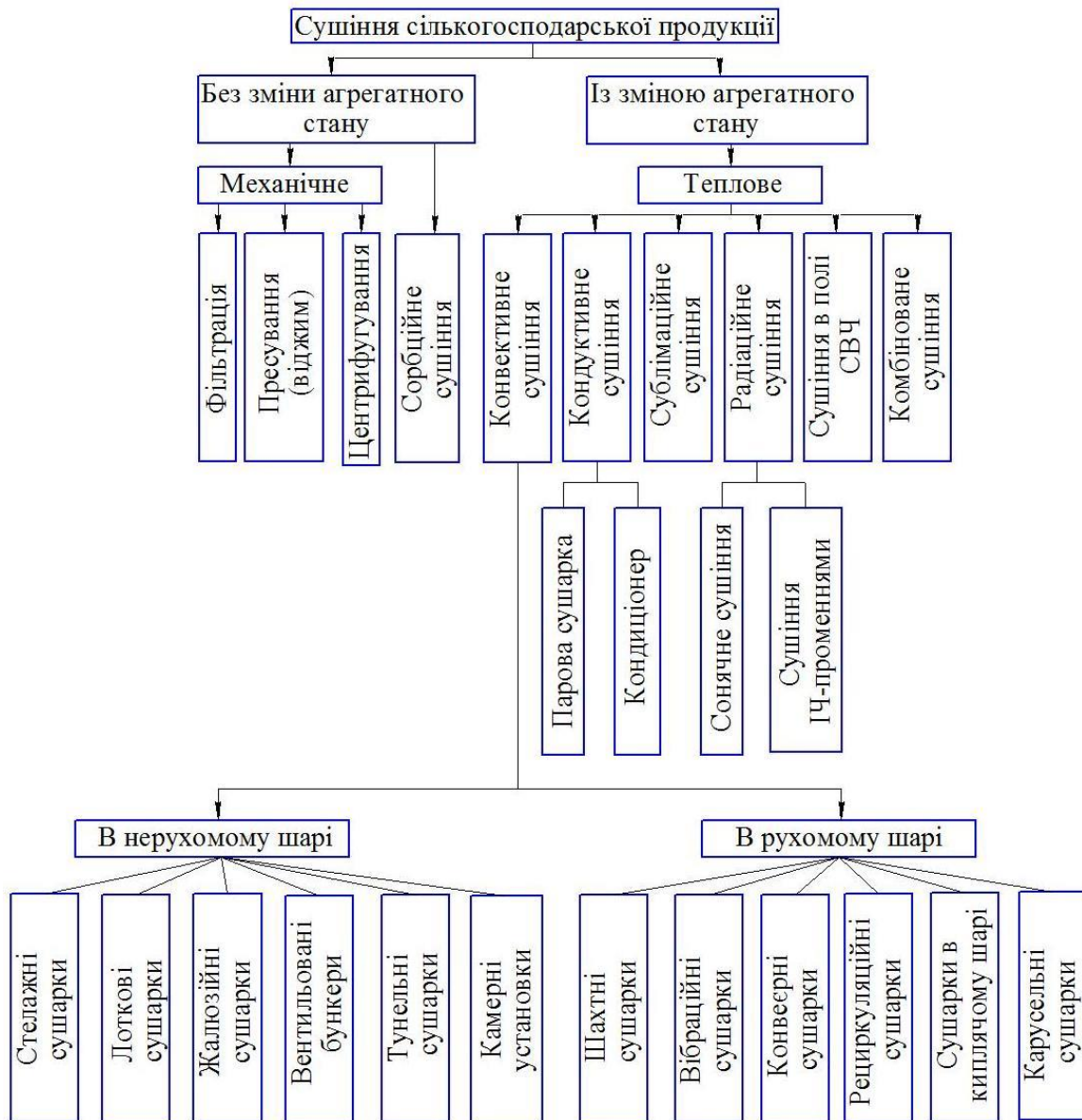


Рис. 1. Класифікація способів сушіння і типів сушарок

Періодично діючі сушильні установки застосовують для отримання однорідного по вологості продукту. Сушильну камеру завантажують матеріалом і після закінчення процесу повністю розвантажують. Вологість матеріалу в сушарці, а також параметри сушильного агента змінюються в часі. Перевагою їх є простота конструкції і можливість регулювання режиму сушіння шляхом подачі теплоносія з різними параметрами на різних етапах сушіння відповідно до вимог оптимального режиму; тому їх успішно застосовують для сушіння чутливих до нагрівання матеріалів. Недоліками цих сушарок є велика витрата часу на завантаження і вивантаження матеріалу, внаслідок чого їх застосування доцільно лише в

тому випадку, якщо тривалість процесу значно перевищує допоміжний час (на завантаження і вивантаження); необхідність додаткової витрати тепла на прогрів установки при кожній новій операції.

Сушильні установки напівперіодичної дії дозволяють отримати рівномірний по вологості продукт. Завантаження і вивантаження матеріалу в цих апаратах здійснюється безперервно, але процес сушіння здійснюється періодично, і таким чином використовуються переваги безперервних і періодично діючих сушарок. Установки можуть бути повністю автоматизовані [2-4].

Проведемо огляд основних типів існуючих сушарок [5].

Камерні сушарки (рис. 2) є герметичними



камерами, всередині яких матеріал, що висушується, в залежності від його виду розташовується на сітках, деках, затискачах і інших пристроях.

Свіже повітря за допомогою вентилятора 3 через калорифер 2 подають в простір камери, всередині якої знаходяться полиці 1 з матеріалом, що висушується.

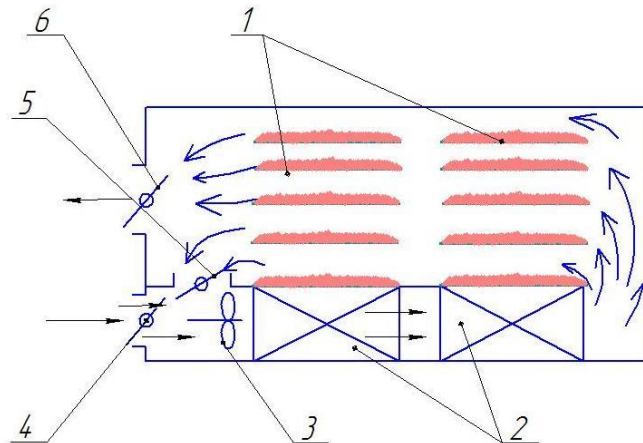


Рис. 2. Камерна сушарка: 1 – полиці для завантаження матеріалу, що висушується; 2 – калорифер; 3 – вентилятор; 4, 5, 6 – заслінки для регулювання втрат свіжого, рециркулюючого і відпрацьованого повітря

До переваги камерних сушарок відноситься простота їх конструкції. До недоліків: періодичність дії; великі витрати ручної праці на завантаження і вивантаження матеріалу; низька продуктивність; нерівномірність висушування через нерухомий товстий шар матеріалу.

Як правило, камерні сушарки застосовують для сушіння невеликих партій матеріалу і при досить великій тривалості процесу.

Тунельні сушарки, як правило, є апаратами безперервної дії, які представляють собою довгі камери (рис. 3).

Усередині тунелю по рейках повільно

переміщується ряд вагонеток 1, завантажених матеріалом, що висушується. Потік нагрітого повітря подається вентилятором 2 через калорифер 3, проходить уздовж тунелю, продуваючи поверхню матеріалу, що висушується (в даному випадку протivotоком), і випаровуючи вологу. Торці тунелю закриваються щільно прилеглими дверима-шлюзами 4, які періодично відкриваються для видалення з донного кінця вагонетки з висушеним матеріалом і завантаження з іншого кінця вагонетки з вологим матеріалом. Перевага – безперервність дії. Недолік – нерівномірність сушіння через погане перемішування матеріалу.

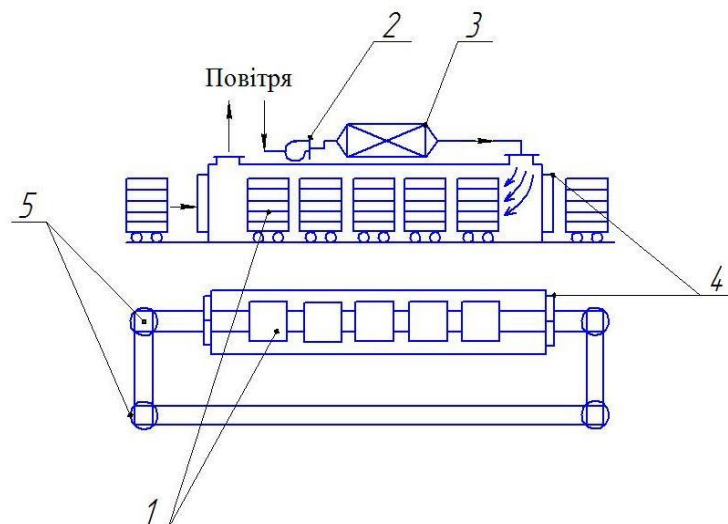


Рис. 3. Тунельна сушарка: 1 – вагонетки з матеріалом, що висушується; 2 – вентилятор; 3 – калорифер; 4 – герметичні двері; 5 – поворотні кола



Стрічкові сушарки (рис. 4) призначені для сушіння сипких (зернистих, гранульованих, грубодисперсних) і волокнистих матеріалів, а також готових виробів і напівфабрикатів. У даних сушарках сушіння здійснюється безперервно при атмосферному тиску. У сушильній камері 2 висушуваний шар рухається на нескінченних стрічках (транспортерах), натягнутих між ведучими 4 і веденими 7

барабанами. При пересипанні матеріалу зі стрічки на стрічку збільшується поверхня його контакту з сушильним агентом, що збільшує швидкість сушіння. Стрічкові сушарки бувають прямоточні і протитечійні.

Перевагою стрічкових сушарок є безперервність дії. Основними недоліками є велика металоємність і складність обслуговування.

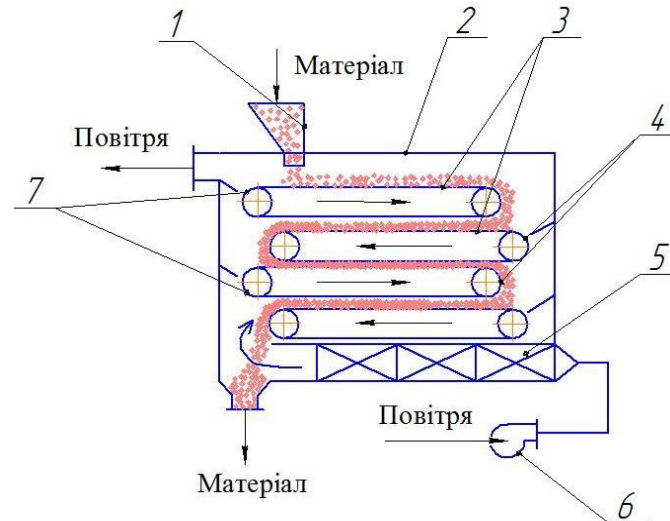


Рис. 4. Стрічкова багатоярусна сушарка: 1 – живильник; 2 – сушильна камера; 3 – стрічкові транспортери; 4 – ведучі барабани; 5 – калорифер; 6 – вентилятор; 7 – ведені барабани

Барабанні сушарки (рис. 5) призначені для безперервного сушіння кускових, зернистих і сипких матеріалів: зерна, насіння соняшнику і т.д.

Барабанна сушарка складається з циліндричного зварного барабана 4, встановленого з невеликим нахилом до горизонту (2-7°) і спирається за допомогою бандажів 3 на ролики 10. Барабан приводиться в обертання електроприводом 11 через зубчасту передачу за допомогою вінця 5.

Частота обертання барабана зазвичай не перевищує 5-8 об/хв. Матеріал подається в барабан живильником 2 і надходить на внутрішню насадку 9, розташовану уздовж майже всієї довжини барабана. Насадка, тип якої визначається властивостями матеріалу, що висушується, забезпечує рівномірний розподіл і перемішування матеріалу по перерізі барабана, а також його контакт з сушильним агентом при пересипанні.

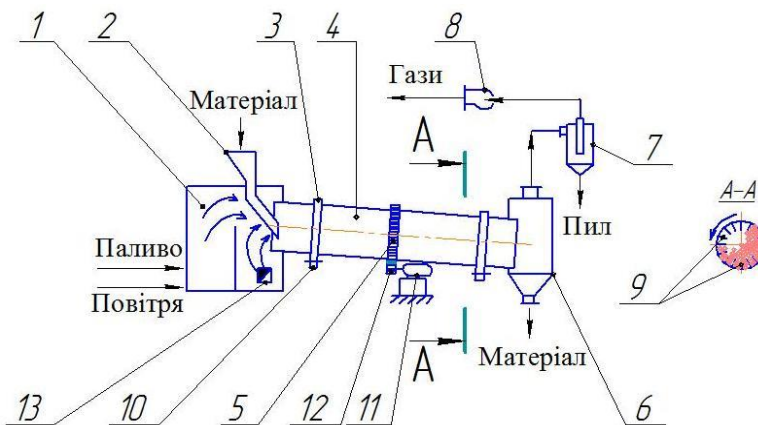
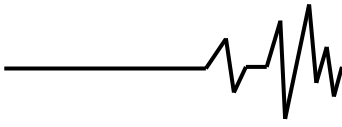


Рис. 5. Барабанна сушарка: 1 – камера згорання; 2 – живильник; 3 – бандажі; 4 – барабан; 5 – зубчастий вінець; 6 – розвантажувальна камера; 7 – циклон; 8 – вентилятор; 9 – підіймно-лопатева насадка; 10 – опорні ролики; 11 – електропривод; 12 – зубчаста передача; 13 – вікно для подачі вторинного повітря



Частота обертання барабана зазвичай не перевищує 5-8 об/хв. Матеріал подається в барабан живильником 2 і надходить на внутрішню насадку 9, розташовану уздовж майже всієї довжини барабана. Насадка, тип якої визначається властивостями матеріалу, що висушується, забезпечує рівномірний розподіл і перемішування матеріалу по перерізі барабана, а також його контакт з сушильним агентом при пересипанні.

Шахтні сушарки (рис. 6) є установками безперервної дії. При сталому режимі роботи зерно безперервно надходить у верхню частину

шахти. Зерно рухається вниз за рахунок сили тяжіння і сипучості. Агент сушіння рухається впоперек потоку зерна.

Завдяки тому, що шар зерна в шахті розрихлений і зерно при русі обертається в різних напрямках, поліпшується його взаємодія з агентом сушіння і прискорюється вологообмін. Швидкість руху зерна і час знаходження його в шахті регулюють за допомогою випускного пристрою. Тривалість перебування зерна в шахті приблизно 40 хвилин, і за один прохід його вологість знижується на 4-6%.

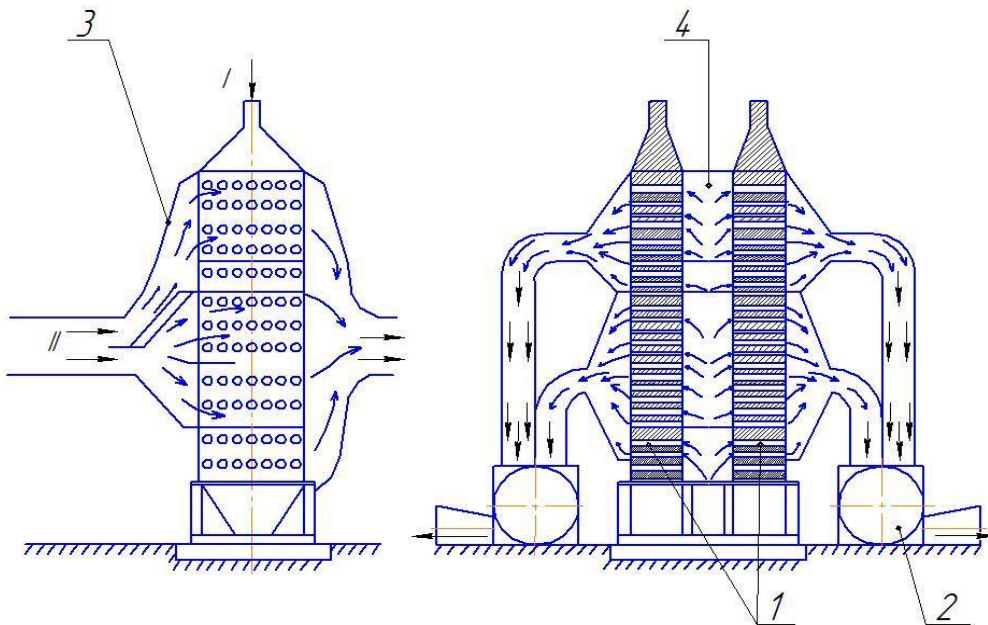


Рис. 6. Технологічна схема шахтної зерносушарки: 1 – шахти; 2 – вентилятор; 3 – дифузор; 4 – напірна камера агента сушіння; I – зерно; II – агент сушіння

Перевага шахтних сушарок полягає в тому, що в них можна в широких межах регулювати тривалість перебування зерна в сушильній камері і досить надійно забезпечувати підтримку заданого температурного режиму сушіння зернової маси.

Шахтні сушарки мають серйозні технологічні недоліки. Головний з них полягає в обмеженому рівні зняття вологи за один прохід зерна через шахту, рівному 4-6%. Тому для повного висушування зерна іноді доводиться проводити обробку в кілька прийомів. Перезатримка частково просушеного зерна в очікуванні повторних проходів через сушарку є причиною зниження його якості.

Детальний аналіз конструкцій традиційних сушарок показав, що основними недоліками існуючого зерносушильного обладнання є підвищенні енерго- та металовитрати, неможливість отримання високоякісної зернової сировини, складність в роботі та обслуговуванні.

Перспективним методом підвищення швидкості та якості сушіння є впровадження вібротехнологій. Вплив вібраційних коливань на шар матеріалу дає можливість його активного перемішування [5]. Траєкторія, частота і амплітуда коливного руху визначають інтенсивність руху частинок матеріалу. Колильний рух забезпечує розрихлений стан шару матеріалу і створює умови, при яких більша частина його поверхні бере участь в тепломасообміні з теплоносієм [6].

Вібраційні коливання збільшують і оновлюють поверхню теплообміну незалежно від способу підведення тепла, відбувається інтенсивне зняття вологи, збільшується швидкість сушіння. Процес сушіння відбувається рівномірно по всьому шару, не викликаючи місцевий перегрів матеріалу. Вібраційне сушіння є потужним засобом температурного регулювання процесу, що особливо важливо для термочутливих матеріалів.



Аналіз процесу вібраційного сушіння, технічних характеристик і конструктивних особливостей різних типів вібраційних сушарок свідчить про те, що намітилися дві основні тенденції їх розвитку. По-перше, за рахунок вдалих конструктивних рішень (організації збуджуючих коливань, способу нагрівання продукції, поєднання технологічних функцій перемішування, сушіння, поділу на фракції, транспортування) поліпшуються загальні техніко-економічні показники процесу. По-друге, інтенсифікація тепломасообмінних процесів здійснюється із застосуванням фізичних ефектів, що дозволяє докорінно змінити підходи до організації процесу сушіння взагалі, а також створює можливості сушіння продукції, до якої висуваються надзвичайно високі, часто взаємовиключні (суперечливі) вимоги для потреб різних галузей виробництва [5].

Потреби в якісній сировині, а також економічно продиктована необхідність підвищення основних показників виробництва ставлять вимоги до створення нових технологій сушіння, які враховували б фізико-хімічні, біологічні, харчові, смакові якості продукції, а також забезпечували б її подальше збереження.

Процес сушіння повинен повністю виключити такі негативні чинники, як клейстеризацію крохмалю і денатурізацію білків, утворення конгломератів і погіршення смакових якостей, а також розмноження хвороб і шкідників.

У роботах Т.П. Троцької закладено основи енергозберігаючого сушіння зерна озонотеплоповітряною сумішшю (електроактивованим сушильним агентом). Автором висунутий ряд гіпотез механізму впливу повітря з вмістом озону на процес сушіння і здійснена спроба теоретичного обґрунтування тепло- і масообмінних процесів в присутності озону, а також впровадження озонотеплоповітряного сушіння в сільське господарство [7].

Сушіння зернової сировини з допомогою озонотеплоповітряної суміші має ряд особливостей. В перший період сушіння частина озону вступає в окислювальні реакції на поверхні зерна з органічними і неорганічними речовинами, утворюючи при цьому вибухові летючі речовини, очищаючи поверхню матеріалу [7]. В результаті цього опір потоку вологи зменшується. З іншого боку частина поверхневої вологи витрачається на реакцію з утвореними озонідами.

При проходженні через зернову масу озон розкладається на O_2 і O , виділяючи теплоту, рівну 142 кДж/моль. Атомарний кисень

зв'язує вологу навколо себе у вигляді крапель, які виносяться потоком повітря. Після видалення поверхневої вологи озон може впливати на проникність клітинних мембран, а присутність атомарного кисню сприяє руху вологи з клітин назовні.

Наступний етап сушіння – відведення сорбційно-зв'язаної вологи. На цьому етапі велику роль відіграють теплота, що виділяється при розпаді озону, присутність атомарного кисню і іонів різної полярності. Електричні сили можуть сприяти ослабленню дипольних зв'язків молекул води з стінками поверхні. Все це істотно впливає на швидкість сушіння зерна у цей період [8].

В зерні та харчових продуктах волога перебуває у зв'язаному стані, тобто приймає участь в процесах життєдіяльності. Форми зв'язку у них різноманітні і для їх руйнування потрібна велика кількість енергії.

При направленні озону на поверхню рослинного матеріалу, виникають вільнорадикальні процеси, які швидко поширюються у внутрішніх тканинах. По суті це зводиться до передачі енергії, яка вивільняється на молекулярних мішенях верхнього шару зернівки або харчового продукту, у внутрішні тканини і, звичайно, змінюється сумарний енергетичний потенціал. Причому частину надлишкової енергії беруть на себе фізико-хімічні перетворення, внаслідок яких змінюється структура клітинних мембран, окислювально-відновлювальний потенціал, іонна проникність і інші властивості клітини. Частина енергії перетворюється в тепло, що прискорює розвиток наступних процесів.

Взаємодія озону з рослинним матеріалом спричиняє в ньому зменшення енергетичного рівня зв'язків вологи, а також вносить свою частку в інтенсифікацію тепломасообміну. Встановлено, що масообмінні процеси прискорюються за рахунок того, що підвищується вологовіддача матеріалу на основі біохімічних, фізико-хімічних процесів і збільшується вологоутримуюча здатність сушильного агента.

Озono-повітряне сушіння також попереджує розвиток мікрофлори на свіжозібраних овочах і фруктах. Результативність дії озону на фітопатогенну мікрофлору, біохімічні процеси, агротехнічні показники матеріалу та інші властивості залежить від обраного режиму обробки, а також від виду матеріалу. Концентрація озону 10 мг/м^3 і вище дозволяє зменшити інтенсивність дихання із самого початку процесу сушіння, чим перешкоджає розвитку процесу самозігрівання з послідовними позитивними ефектами:



підвищенням збереження сухої речовини, наступанням більш глибокого стану спокою при зберіганні.

Озоно-повітряна суміш, яка використовується в якості сушильного агента впливає на поверхневу мікрофлору не тільки завдяки зниженню вологості, але і завдяки знезаражуючій дії озону, яка обумовлена його концентрацією і температурним режимом сушіння. Використовуючи озонований сушильний агент концентрацією 8-10 мг/м³ можна досягти зберігання і навіть покращення якісних показників. При цьому кількісний показник фітопатогенної мікрофлори зменшується, в порівнянні з тепловою, у 2,2 рази. Також зменшується кількість пліснявих грибків і бактерій в залежності від концентрації озону та початкової зараженості. Плісняві гриби при концентрації 10 мг/м³ зникають на початку сушіння продуктів.

Слід зазначити, що при озоно-повітряному сушінні продуктів некротичні зміни в рослинному матеріалі практично відсутні. Після закінчення сушіння вже через 3-18 год відновлюються клітинні мембрани і пошкоджений покривний шар. Продукція, яка оброблена при концентраціях до 40 мг/м³, не позбавляється своєї біологічної цінності. Вживання цієї продукції людиною не викликає в її організмі гістологічних і морфологічних змін.

Беручи до уваги переваги використання вібротехнологій та озоноповітряної суміші в якості сушильного агента під час сушіння зернової сировини, у лабораторії кафедри процесів, машин та обладнання переробних і харчових виробництв імені професора П.С. Берника Вінницького національного аграрного університету розроблено віброозонуючий комплекс для сушіння зернової сировини (рис. 7).

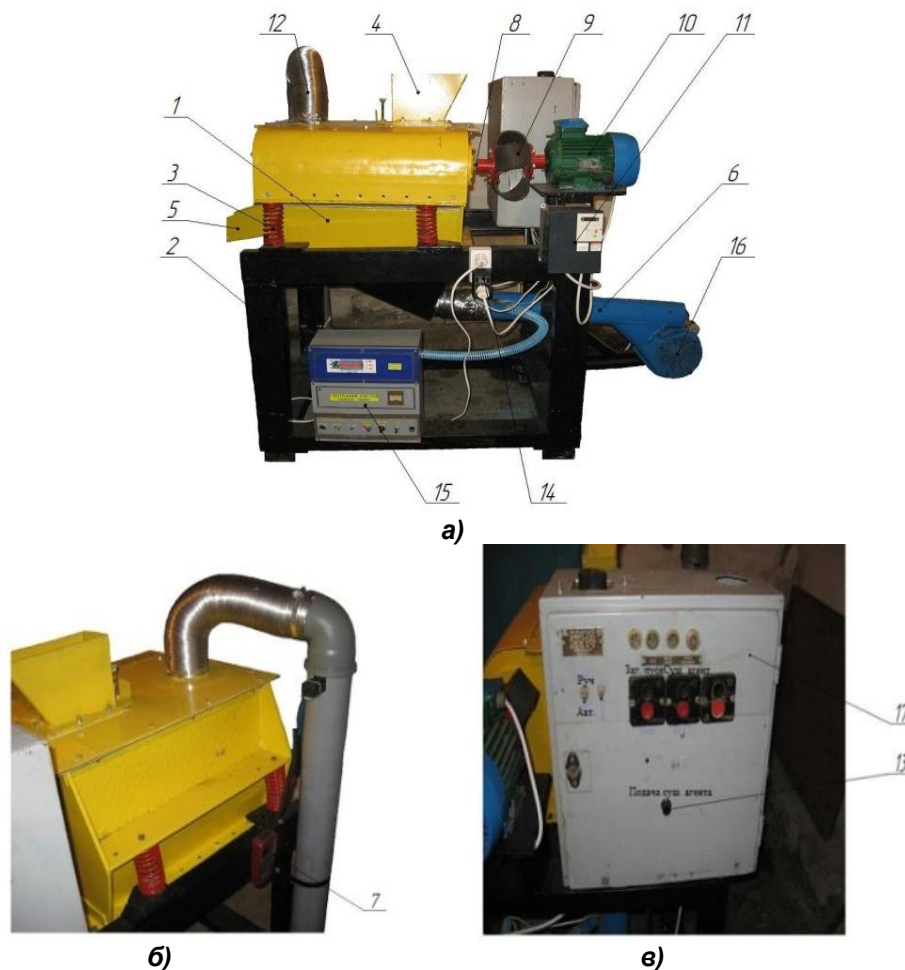
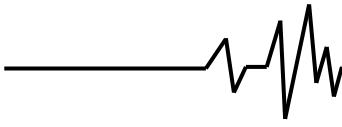


Рис. 7. Віброозонуючий комплекс для сушіння зернової сировини: а) – вигляд спереду; б) – вигляд ззаду; в) – вигляд збоку; 1 – U-подібна камера; 2 – рама; 3 – пружини; 4, 5 – завантажувальний і розвантажувальний лотки; 6, 12 – повітропроводи; 7 – термоанемометр; 8 – дебалансний вал; 9 – еластична муфта; 10 – електродвигун; 11, 13 – частотні перетворювачі; 14 – терморегулятор; 15 – озонатор; 16 – вентилятор; 17 – блок керування



Він являє собою герметичну U-подібну камеру 1, встановлену на рамі 2 з допомогою пружин 3. Камера містить завантажувальний 4 і розвантажувальний 5 лотки, а також повітропровід 12 для виведення відпрацьованого сушильного агенту. У повітропроводі встановлено термоанемометр 7 для вимірювання швидкості та температури повітряного потоку. Також в камері розміщений вал 8 з двома дебалансами, який через еластичну муфту 9 з допомогою трифазного електродвигуна 10 приводиться в обертовий рух.

Амплітуду коливання камери можна змінювати за рахунок встановлення необхідного кута розвороту між дебалансами, а частоту обертання вала – з допомогою частотного перетворювача 11. В нижній частині камери є повітропровід 6 з електричними нагрівальними елементами, призначений для подачі підігрітого повітря, температура якого контролюється за рахунок терморегулятора 14, і озону, який генерується озонатором 15, який змонтований на рамі сушарки.

Принцип роботи комплексу полягає в тому, що підігрітий сушильний агент подається за допомогою вентилятора 16, закріпленого на повітропроводі, частоту обертання якого, а також і швидкість подачі сушильного агенту, можна регулювати частотним перетворювачем 13. Запуск сушарки і встановлення необхідної тривалості процесу здійснюється з блоку керування 17.

Висновки

Сушіння зерна є важливим та необхідним процесом для збереження властивостей і поліпшення якості зерна. Але сушіння, як і будь-яку іншу обробку, потрібно проводити на високопродуктивному обладнанні, яке було б простим в роботі та обслуговуванні. Існуючі методи та прийоми обробки вимагають розробки та впровадження сучасних інтенсифікуючих технологій, з метою забезпечення зниження витрат на виконання даного процесу та отримання зернової сировини високої якості.

Тому, з метою відповідності до високих вимог на якість зернової сировини нами пропонується впровадження та використання вібротехнологій та технології озонування при сушінні зерна під час післязбиральної обробки.

Список використаних джерел

1. Машины для послеуборочной обработки зерна / [Окнин Б.С., Горбачов І.В., Терехин А.А., Соловйов В.М.]. – М.: Агропромиздат, 1987. – 238 с.

2. Романков П.Г. Сушка в кипящем слое. Теория, конструкция, расчет / П.Г. Романков, Н.Б. Рашковська // Л.-М.: Хімія: Санкт-Петербург, 1964. – 288 с.

3. Лебедев П.Д. Теплообменные, сушильные и холодильные установки. Учебник для студентов технических вузов. Изд. 2-е, перер. / П.Д. Лебедев // М.: Энергія, 1972. – 320 с.

4. Гельперин Н.І. Основы техники псевдооживления / Н.І. Гельперин, В.Г. Айнштейн, В.Б. Кваша // М.: Хімія, 1967. – 668 с.

5. Особенности процесса и оборудования для сушки зернового сырья с использованием озона / [Цуркан О.В., Присяжнюк Д.В., Герасимов О.О., Коломієць А.С.] – MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. Vol. 18. No.4. – 2016. – С. 37-44.

6. Голубкович А.В. Сушка высоковлажных семян и зерна / А.В. Голубкович, А.Г. Чижиков. – М.: Росагропромиздат. – 1991. – 174 с.

7. Троцька Т.П. Сушка зерна с помощью озонородной смеси / Т.П. Троцька. – Механизация и электрификация сельского хозяйства. – № 1. – 1985. – С. 36-39.

8. Ксенз Н.В. Повышение качества зерна на основе использования озонородных смесей / Н.В. Ксенз, К.Х. Попандупуло, І.Г. Сидорцов. – РФ, Зерноград: Азово-Черноморська державна агроінженерна академія. – 2009.

Список джерел в транслітерації

1. Mashinyi dlya posleuborochnoy obrabotki zerna / [Oknin B.S., Gorbachov I.V., Terohin A.A., Solovyov V.M.]. – М.: Agropromizdat, 1987. – 238 s.

2. Romankov P.G. Sushka v kipyaschem sloe. Teoriya, konstruktziya, raschet / P.G. Romankov, N.B. Rashkovska // L.-M.: Himiya: Sankt-Peterb. viddilennya, 1964. – 288 s.

3. Lebedev P.D. Teploobmennyye, sushilnyie i holodilnyie ustanovki. Uchebnik dlya studentov tehniceskikh vuzov. Izd. 2-e, perer. / P.D. Lebedev // M.: Energiya, 1972. – 320 s.

4. Gelperin N.I. Osnovy tehniki psevdoozhivleniya / N.I. Gelperin, V.G. Aynshteyn, V.B. Kvasha // M.: Himiya, 1967. – 668 s.

5. Osobennosti protsessa i oborudovaniya dlya sushki zernovogo syrya s ispolzovaniem ozona / [Tsurkan O.V., Prisyazhnyuk D.V., Gerasimov O.O., Kolomiets A.S.]. – MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. Vol. 18. No.4. – 2016. – S. 37-44.



6. Golubkovich A.V. Sushka vyisokvlazhnyih semyan i zerna / A.V. Golubkovich, A.G. Chizhikov. – M.: Rosagropromizdat. – 1991. – 174 s.

7. Trotska T.P. Sushka zerna s pomoschyu ozonovozdushnoy smesi / T.P. Trotska. – Mehanizatsiya i elektrifikatsiya selskogo hozyaystva. – № 1. – 1985. – S. 36-39.

8. Ksenz N.V. Povyishenie kachestva zerna na osnove ispolzovaniya ozonovozdushnyih smesey / N.V. Ksenz, K.H. Popandopulo, I.G. Sidortsov. – RF, Zernograd: Azovo-Chornomorska derzhavna agrolnzhenerna akademlya. – 2009.

АНАЛИЗ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СУШКИ ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ ПРИ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКЕ

Аннотация. В статье анализируется оборудование для сушки зернового сырья в процессе послеуборочной обработки. Выполнен обзор существующих зерносушилок и представлено их классификацию. Основываясь на анализе традиционного оборудования установлено его недостатки, основными из которых являются неравномерность обработки и значительные энергозатраты при выполнении технологического процесса сушки. Данные недостатки можно устранить за счет

внедрения вибротехнологий в конструкциях зерносушилок и озонирования зерна при его сушке.

Ключевые слова: зерновое сырье, послеуборочная обработка, сушка, зерновая сушилка, вибротехнологии, озон, озонозвоздушная смесь, качество, энергозатраты.

ANALYSIS OF THE EQUIPMENT FOR DRYING GRAIN RAW MATERIALS POST-TURNING PROCESSING

Annotation. The article analyzes the equipment for drying grain raw materials in the process of post-harvest processing. A review of existing grain dryers has been carried out and their classification has been presented. Based on the analysis of traditional equipment, its shortcomings have been identified, the main of which are the unevenness of processing and significant energy costs in performing the drying process. These shortcomings can be eliminated by introducing vibration technology in the construction of grain dryers and ozonization of grain during its drying.

Key words: grain raw materials, post-harvest treatment, drying, grain dryer, vibration technologies, ozone, ozone-air mixture, quality, energy consumption.