

Корисна модель належить до галузі сільськогосподарського машинобудування, а саме до обладнання для післязбиральної обробки плодоовочевої продукції, і може бути використана для сушіння волоських горіхів у фермерських господарствах, переробних підприємствах та дослідних установках.

Сушіння сільськогосподарської сировини є однією з найбільш енергоємних операцій у процесі післязбиральної обробки продукції. Реалізація даного процесу потребує значних енергетичних витрат різних видів палива та електричної енергії. Водночас саме процес сушіння забезпечує можливість тривалого зберігання продукції без втрати споживчих якостей, що визначає його ключову роль у технологічному циклі переробки сільськогосподарської сировини.

Разом із тим, сушіння є трудомістким, технічно та технологічно складним процесом. Зміна окремих параметрів, зокрема температури повітряного потоку або швидкості його руху, може призвести до погіршення якості сировини, втрати товарного вигляду чи зниження поживної цінності продукту. Порушення оптимального теплового режиму сприяє утворенню небажаних сполук, у тому числі канцерогенів, що негативно впливають на безпечність харчової продукції. Тому вдосконалення конструктивно-технологічних рішень сушильного обладнання, а також розроблення ефективних режимів сушіння та активного вентилявання сільськогосподарської продукції є одним із провідних напрямів підвищення ефективності післязбиральної обробки.

Важливим чинником у забезпеченні високої ефективності сушіння є раціональний вибір сушильного обладнання, яке дозволяє забезпечити рівномірний розподіл теплового потоку, стабільність температурного режиму та мінімальні енергетичні втрати.

На ринку України останнім часом з'явилася значна кількість мобільних сушарок бункерного типу закордонного виробництва, які відзначаються високим ступенем автоматизації, що спрощує керування процесом і контроль параметрів. Їхня робота має циклічний характер, і такі сушарки здебільшого орієнтовані на великі аграрні підприємства з великими обсягами продукції.

Основними недоліками зазначених сушарок є висока вартість обладнання, значна тривалість сушіння до досягнення необхідної вологості матеріалу, підвищені енерговитрати через необхідність забезпечення високої швидкості потоку гарячого повітря, а також недостатня однорідність вологості продукту по всій масі. Усе це зумовлює потребу у створенні енергоефективної конвективної сушарки волоських горіхів із можливістю автоматичного регулювання температурного режиму та рівномірного розподілу повітряного потоку, що забезпечує високу якість і стабільність процесу сушіння при знижених витратах енергії.

Відомі сушарки СГЖ-4Г-15, СГЖ-4Г-30, СПГ-4Г-45, СПГ-4Г-90 для сушіння плодів, овочів і макаронних виробів [Подпратов Г.Л., Скалецька Л.Ф., Сеньков А.М., Хилевич В.С. Зберігання і переробка продукції рослинництва. Мета, 2002. 495 с], всередині сушильної камери яких рухаються п'ять конвеєрів, між якими розміщені парові нагрівачі. Для створення тяги над сушаркою встановлено витяжні зонти, які з'єднані з вентиляторами. Стрічкові сушарки обігріваються завдяки ребристим паровим нагрівачам, встановленим під кожною стрічкою. У сушарці СПК-4Г-90 парові нагрівачі обладнані регулюючими вентилями подання пари та конденсатовідвідниками. Це дозволяє змінювати температуру сушіння продуктів на кожній стрічці. Для видалення вологого повітря в сушарках СПК-4Г-90 і СПК-4Г-45 встановлені вентилятори, інші сушарки обладнані природною вентиляцією.

Недоліки цих сушарок: відсутність герметичного об'єму і неможливість створення необхідних режимів сушіння, а також те, що сухіші вироби, які містяться на нижніх транспортерах, піддаються обробці більш сухим повітрям, ніж вологі вироби на стрічках верхніх транспортерів, що призводить до різкого зниження якості продуктів (злипання, розтріскування тощо).

Відома вібраційна сушарка [Патент України 10 № 42383 А, М. кл. F26B 1/30, 2001, Бюл. № 9], що містить теплоізольовану камеру з пошарово встановленими за допомогою пружин на опорних панелях спіралеподібними лотками з перфорованим дном та індивідуальними віброприводами, в якій напрям завивки спіралей суміжних лотків зустрічний, а віброприводи лотків виконані як вертикальний вал із розміщеними на його кінцях верхніми та нижніми парами дебалансних вантажів, які розвернуті одна відносно одної таким чином, що між площинами, які проходять через їхні центри мас і вісь вертикального вала, утворений кут розвороту 30° - 150° , який вираховується у напрямі від нижньої пари дебалансних вантажів до верхньої, причому кут розвороту пар дебалансних вантажів для суміжних лотків має зустрічний напрям відліку та збігається з напрямком завивки спіралі лотка.

Недоліком цієї вібраційної сушарки є те, що за конвективного підведення теплоти нагрітим повітрям, матеріал нагрівається з боку зовнішніх теплоносіїв і тепло рухається від зовнішніх шарів до середини зернин матеріалу, а волога рухається назустріч теплоті від середніх шарів до зовнішніх. У результаті градієнти температури і вмісту води викликають протилежні за напрямком потоки води, що зменшують результуючу густину потоку води до поверхні, а отже й інтенсивність сушіння зернин матеріалу.

Ще одним недоліком цієї вібраційної сушарки є невадє розташування приводного електродвигуна у зоні виходу з сушарки теплого повітря, що призводить до додаткового його нагрівання і може призвести до передчасного виходу з ладу.

Відома сушарка для термочутливих матеріалів [Пат. України № 22196, кл. F26B 9/00, 1995], що містить теплоізольований бункер, у внутрішній порожнині якого розміщена сушильна камера з ярусами перфорованих листів із матеріалом, що висушується, вентилятор, електричний нагрівач, виконаний у вигляді секцій, розміщених між візками. Сушильна камера оснащена тепловипромінюючим екраном із отворами, що розділяє її на дві частини, а по всій довжині та висоті камери встановлені бокові тепловипромінюючі екрани, що створюють із стінками корпуса канали для циркуляції повітря. Секції електричного нагрівача розміщені по висоті сушильної камери безперервно, нижня - під нижнім ярусом листів, інші - на висоті 0,40 та 0,75 м від нижньої секції.

Недоліком відомої сушарки для термочутливих матеріалів є те, що в процесі роботи сушарки для термочутливих матеріалів відбувається забір повітря з атмосфери та нагрівання його до високих температур, що приводить до додаткових енерговитрат, і тим самим, знижує ефективність її роботи.

Відома конвективна сушарка волоських горіхів [Калетник Г.М., Яропуд В.М., Шаргородський С.А., Лавренюк П.П. Патент на корисну модель. Конвективна сушарка волоських горіхів. № 153978. Україна, МПК F26B 11/12 (2006.01); № u202300675; заяв. 20.02.2023; опубл. 27.09.2023, Бюл. № 39.], яка містить раму, на якій встановлено бункер із сушильною камерою, сітку. Під сіткою розміщено конусоподібну повітряну камеру, вивантажувальну горловину із шиберною заслінкою. До нижньої частини камери приєднано патрубок, в якому встановлено електричний нагрівач. До патрубку подачі повітря приєднано вентилятор. Зверху і знизу сушильної камери по середині розміщені підшипникові вузли, у яких встановлений гвинтовий робочий орган із закріпленим зверху мотор-редуктором. До гвинтового робочого органу знизу приєднано дисковий розподільник потоку повітря конусоподібної форми із закріпленими на ньому рифлями, які виконані у формі спіралей.

Однак основним недоліком відомої конвективної сушарки є нерівномірність температурного поля в окремих зонах сушильної камери, що ускладнює контроль і стабілізацію теплового режиму, призводить до неоднорідності вологості ядра горіхів, погіршення якості готової продукції та підвищених енерговитрат під час процесу сушіння.

В основу корисної моделі поставлена задача забезпечення рівномірного та якісного сушіння ядра волоських горіхів, підвищення точності контролю температурного режиму та зменшення енергетичних витрат на виконання технологічного процесу сушіння у конвективній сушарці волоських горіхів шляхом автоматизації процесу керування параметрами сушіння.

Поставлена задача вирішується тим, що у конвективній сушарці волоських горіхів, яка містить раму, бункер, сушильну камеру, сітку, повітряну камеру, вивантажувальну горловину, шиберну заслінку, патрубок подачі повітря, електричний нагрівач, вентилятор, підшипникові вузли, гвинтовий робочий орган і мотор-редуктор, додатково встановлено датчики температури, розміщені на чотирьох рівнях сушильної камери, з'єднані з цифровими терморегуляторами типу ТЕС, що вмонтовані у блок управління сушаркою. Блок управління забезпечує автоматичний моніторинг і регулювання температурного режиму шляхом подачі сигналів на електричний нагрівач та вентилятор для підтримання оптимальної температури повітряного потоку. У повітряній камері над патрубком подачі повітря встановлено дисковий розподільник потоку повітря конусоподібної форми із закріпленими на ньому рифлями, які виконані у формі спіралей, що сприяє турбулізації повітряного потоку та його рівномірному розподілу по об'єму сушильної камери. Для забезпечення рівномірного сушіння волоських горіхів електричний нагрівач підігріває атмосферне повітря, яке вентилятором нагнітається у повітряну камеру та, проходячи через дисковий розподільник повітря, рівномірно розподіляється крізь сітку по всій масі горіхів. Гвинтовий робочий орган піднімає горіхи з нижніх шарів угору, виконуючи процес перерозподілу (перемішування) шарів. Завдяки зворотному зв'язку між датчиками температури, терморегуляторами та блоком управління забезпечується автоматичне коригування параметрів нагріву, що дозволяє підтримувати стабільний температурний режим у всіх зонах сушильної камери, підвищуючи якість сушіння, зменшуючи час обробки та витрати енергії.

На фіг. 1-3 зображена конструктивна схема конвективної сушарки волоських горіхів.

Конвективна сушарка волоських горіхів містить раму 1, на якій встановлено бункер 2 із сушильною камерою 3, сітку 4 з діаметром отворів 15 мм. Під сіткою розміщено конусоподібну повітряну камеру 5, вивантажувальну горловину 6 із шиберною заслінкою 7. До нижньої частини повітряної камери 5 приєднано патрубок 8, у якому встановлено електричний нагрівач 9. До патрубку подачі повітря 8 приєднано вентилятор 10.

Зверху і знизу сушильної камери по середині розміщені підшипникові вузли 11 і 12, у яких встановлений гвинтовий робочий орган 13, закріплений зверху мотор-редуктором 14. До гвинтового робочого органу 13 знизу приєднано дисковий розподільник потоку повітря 15 конусоподібної форми із закріпленими на ньому рифлями 16, виконаними у формі спіралей.

Для контролю та підтримання рівномірного температурного режиму в різних зонах сушильної камери 3 встановлені датчики температури 17 на чотирьох рівнях по висоті камери. Датчики температури 17 з'єднані з цифровими терморегуляторами типу ТЕС 18, які вмонтовані у блок управління сушаркою 19.

Блок управління 19 призначений для автоматичного моніторингу та регулювання температурних

параметрів у процесі сушіння шляхом подачі сигналів на електричний нагрівач 9 та вентилятор 10. Це забезпечує стабілізацію температури повітряного потоку на рівні, безпечному для ядра горіхів (до 80 °С), і дозволяє коригувати інтенсивність нагріву в реальному часі.

Конвективна сушарка волоських горіхів працює таким чином. Попередньо очищені від зеленої шкаралупи та промиті волоські горіхи завантажують у сушильну камеру 3. Вмикають електричний нагрівач 9 і встановлюють необхідний температурний режим за допомогою терморегуляторів 18 у блоці управління 19. Після цього вмикають вентилятор 10, який нагнітає потік теплого повітря через патрубок подачі повітря 8 до повітряної камери 5.

У повітряній камері 5 потік повітря потрапляє на поверхню дискового розподільника 15 і, завдяки спіралеподібним рифлям 16, набуває вихрового (турбулентного) характеру, що забезпечує рівномірний розподіл потоку по всьому об'єму камери. Тепле повітря проходить крізь сітку 4, рівномірно обтікаючи масу горіхів у сушильній камері 3.

Мотор-редуктор 14 приводить у дію гвинтовий робочий орган 13, який здійснює перемішування шарів горіхів, забезпечуючи однорідність процесу сушіння по всій висоті камери. Показники температури з датчиків 17 у реальному часі відображаються на цифрових терморегуляторах 18, що дозволяє оператору контролювати параметри й автоматично підтримувати їх у заданих межах.

Після досягнення необхідного рівня вологості ядра горіхів електричний нагрівач 9, вентилятор 10 і мотор-редуктор 14 вимикаються. Сушіння завершують, відкривши шиберну заслінку 7 і вивантаживши готову продукцію через горловину 6.

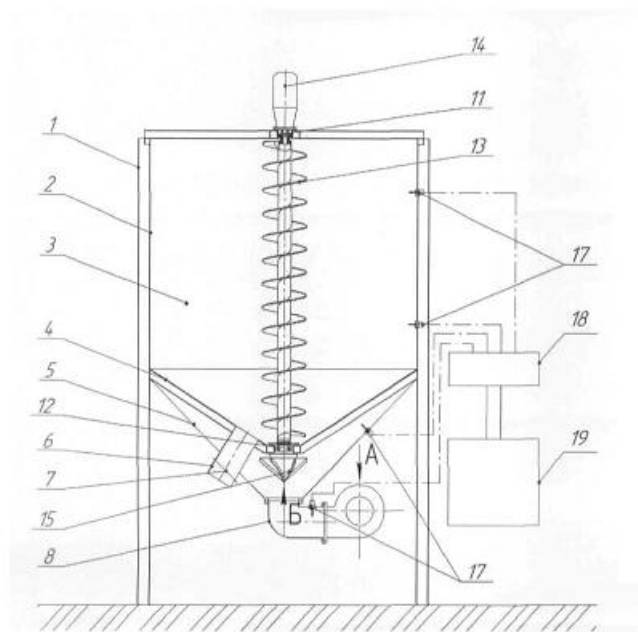


Fig. 1

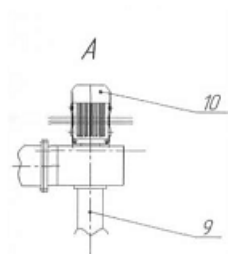


Fig. 2

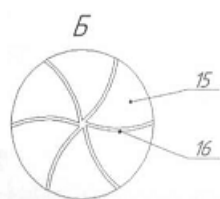


Fig. 3