

Корисна модель належить до обладнання для сушіння сільськогосподарської та плодоовочевої продукції і може бути використана у сільськогосподарському виробництві, переробній та харчовій промисловості.

Сушіння сільськогосподарської сировини є однією з найбільш енергоємних операцій післязбиральної обробки. Високі енергетичні витрати, складність підтримання стабільного теплового режиму та ризик перегрівання матеріалу зумовлюють необхідність розроблення енергоефективних сушильних установок.

Традиційні електричні сушарки характеризуються стабільним, але дорогим у виробництві теплопостачанням. В умовах підвищення вартості електроенергії доцільним є використання альтернативних джерел теплоти, зокрема твердопаливних котлів, що дозволяє суттєво знизити експлуатаційні витрати та підвищити автономність роботи сушарки.

Відомі стрічкові сушарки типу СПК-4Г-15, СПК-4Г-30, СПГ-4Г-45, СПГ-4Г-90, призначені для сушіння плодів, овочів і макаронних виробів [Подпрятков Г.І., Скалецька Л.Ф., Сеньков А.М., Хилевич В.С. Зберігання і переробка продукції рослинництва: навч. посіб. / Г.І. Подпрятков, Л.Ф. Скалецька, А.М. Сеньков, В.С. Хилевич. - К.: Мета, 2002. - 495 с]. Конструктивно вони оснащені п'ятьма конвеєрними стрічками, між якими розташовані парові нагрівачі. Для створення тяги над сушарками встановлено витяжні зонти, з'єднані з вентиляторами. Обігрів здійснюється ребристими паровими нагрівачами, розміщеними під кожною стрічкою. У моделі СПК-4Г-90 передбачено регульовальні вентилялі подачі пари та конденсатовідвідники, що дає змогу підтримувати різні температурні режими сушіння на окремих ярусах. Вологе повітря відводиться вентиляторами (у моделях СПК-4Г-90 та СПК-4Г-45) або природною вентиляцією - в інших модифікаціях.

Основними недоліками таких сушарок є відсутність герметичності робочого об'єму та неможливість забезпечення стабільних режимів сушіння. Крім цього, нижні яруси з більш висушеним матеріалом обдуваються сухішим повітрям, ніж верхні, що спричиняє неоднорідність якості продукту, його злипання, розтріскування і втрату товарного вигляду.

Відома вібраційна сушарка (Патент України № 42383 А, МПК F26B 1/30, 2001, Бюл. № 9) містить теплоізольовану камеру, у якій на опорних панелях за допомогою пружин пошарово розташовані спіралеподібні лотки з перфорованим дном та окремими віброприводами. Напряв завивки спіралей у суміжних лотках виконано зустрічним. Кожен вібропривід являє собою вертикальний вал із верхньою та нижньою парами дебалансних вантажів, розвернутих один відносно одного таким чином, що між площинами, які проходять через їхні центри мас і вісь вала, утворюється кут 30-150°. Для сусідніх лотків напрям відліку цього кута є протилежним і збігається з напрямком завивки спіралі відповідного лотка.

Основним недоліком цієї конструкції є те, що при конвективному способі підведення теплоти нагріте повітря прогріває матеріал ззовні, через що тепло поширюється від поверхневих шарів до центру зернини, тоді як волога рухається у протилежному напрямку назовні. Така різноспрямованість потоків теплоти та вологи створює протилежні градієнти, які знижують густину потоку вологи до поверхні і, відповідно, зменшують інтенсивність сушіння.

Крім цього, невдале розташування приводного електродвигуна у зоні виходу теплового повітря з сушарки спричиняє його перегрів, що підвищує ризик передчасного виходу з ладу обладнання.

Відома сушарка для термочутливих матеріалів [Пат. України № 22196, кл. F26B 9/00, 1995] містить теплоізольований бункер, у внутрішній порожнині якого розташована сушильна камера з кількома ярусами перфорованих листів, на яких розміщується матеріал, що висушується. У конструкції передбачено вентилятор та електричний нагрівач секційного типу, секції якого встановлені між візками. Сушильна камера обладнана тепловипромінюючим екраном із отворами, який поділяє її на дві частини, а також боковими екранами, що утворюють зі стінками корпусу канали для циркуляції нагрітого повітря. Секції електричного нагрівача розміщено безперервно по висоті камери: нижню - під нижнім ярусом листів, інші - на відмітках 0,40 та 0,75 м від неї.

Основним недоліком цієї сушарки є висока енергоємність процесу, оскільки під час її роботи здійснюється забір повітря безпосередньо з атмосфери та його нагрівання до високих температур. Це призводить до значних додаткових енерговитрат, що знижує загальну ефективність сушіння та економічність експлуатації обладнання.

Відома конвективна сушарка волоських горіхів [Калетнік 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 закріпленням зверху мотор-редуктором. До гвинтового робочого органу знизу приєднано дисковий розподільник потоку повітря конусоподібної форми із закріпленнями на ньому рифлями, які виконані у формі спіралей.

Основним недоліком конвективної сушарки є висока енергозалежність від електричних джерел теплоти, що призводить до значних експлуатаційних витрат і обмежує можливість її використання в умовах нестабільного енергопостачання. Крім цього, нерівномірність розподілу повітряного потоку в окремих зонах сушильної камери може спричиняти неоднорідність вологості продукту, що негативно впливає на якість готової продукції та ускладнює процес керування тепловим режимом.

В основу корисної моделі поставлено задачу підвищення енергоефективності та забезпечення рівномірного, високоякісного сушіння ядра волоських горіхів у процесі конвективного теплопереносу. Для досягнення цієї мети в конструкцію сушарки запропоновано ввести автономне джерело теплоти у вигляді твердопаливного котла, що замінює традиційний електричний нагрівач. Таке інженерне рішення спрямоване на раціональне використання енергоресурсів, зниження собівартості процесу сушіння та підвищення автономності роботи обладнання за умов обмеженого або нестабільного електропостачання.

Дана 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, вентилятор, підшипникові вузли, гвинтовий робочий орган і мотор-редуктор, згідно з корисною моделлю, використовується твердопаливний котел як джерело теплової енергії. Котел з'єднаний із патрубком подачі повітря через теплообмінну систему, що забезпечує передавання теплоти від продуктів згоряння до повітря, яке надходить у сушильну камеру.

У повітряній камері над патрубком подачі повітря встановлено дисковий розподільник потоку повітря конусоподібної форми із закріпленими на ньому рифлями спіралеподібної форми, що забезпечують рівномірний розподіл теплого повітря по всьому об'єму камери.

Для забезпечення рівномірного та якісного сушіння волоських горіхів нагріте у твердопаливному котлі повітря вентилятором подається через патрубок у повітряну камеру, де воно рівномірно розподіляється дисковим розподільником, після чого проходить крізь шар горіхів у сушильній камері. Одночасно гвинтовий робочий орган, що приводиться у дію мотор-редуктором, здійснює переміщення горіхів з нижніх шарів у верхні, забезпечуючи інтенсивне перемішування матеріалу та рівномірне видалення вологи з усього об'єму продукту.

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

Конвективна сушарка волоських горіхів містить раму 1, на якій встановлено бункер 2 із сушильною камерою 3 та сітку 4 з діаметром отворів 15 мм. Під сіткою розташована конусоподібна повітряна камера 5, з'єднана з вивантажувальною горловиною 6, що оснащена шиберною заслінкою 7. До нижньої частини повітряної камери 5 приєднано патрубок 8, який підключено до теплообмінника твердопаливного котла 9, що слугує джерелом теплової енергії. До патрубку подачі повітря 8 приєднано вентилятор 10, який забезпечує циркуляцію повітря у системі. У центральній частині сушильної камери зверху та знизу встановлені підшипникові вузли 11 і 12, у яких змонтований гвинтовий робочий орган 13 із мотор-редуктором 14, розташованим у верхній частині конструкції. До нижнього кінця гвинтового робочого органу приєднано дисковий розподільник потоку повітря 15 конусоподібної форми з рифлями 16, виконаними у вигляді спіралей, що забезпечують рівномірний розподіл повітряного потоку.

Принцип роботи сушарки полягає в наступному. Попередньо очищені та промиті волоські горіхи завантажують у сушильну камеру 3. Після розпалювання твердопаливного котла 9 повітря у теплообміннику нагрівається до заданої температури (до 60 °C) і вентилятором 10 подається через патрубок 8 у повітряну камеру 5. Потік теплого повітря, потрапляючи на поверхню дискового розподільника 15, за рахунок спіралеподібних рифлів 16 набуває турбулентного характеру, що забезпечує рівномірний розподіл повітря по всьому об'єму камери. Далі нагріте повітря проходить крізь сітку 4 і рівномірно обдуває шар горіхів у сушильній камері 3, сприяючи ефективному видаленню вологи.

Для забезпечення рівномірності сушіння по всій товщині шару горіхів мотор-редуктором 14 приводиться у дію гвинтовий робочий орган 13, який переміщує матеріал із нижніх шарів у верхні, забезпечуючи інтенсивне перемішування та запобігаючи утворенню зон із різною вологістю.

Після завершення процесу сушіння припиняють подачу палива в твердопаливний котел 9, вимикають вентилятор 10 та мотор-редуктор 14. Після охолодження горіхів відкривають шиберну заслінку 7 і здійснюють вивантаження готового продукту через вивантажувальну горловину 6.

Технічний результат полягає у тому, що застосування твердопаливного котла, як автономного джерела теплової енергії, забезпечує зниження витрат електроенергії, підвищення енергонезалежності та ефективності процесу сушіння, а також підтримання стабільної температури повітряного потоку (до 80 °C). Завдяки рівномірному розподілу теплоти та перемішуванню шару горіхів досягається висока якість сушіння, мінімізація травмування ядра і можливість тривалого зберігання продукції без втрати її споживчих властивостей.

