

УДК 631.358:635.6

Бусел О.В., студент
Гуменюк О.Л., канд. хім. наук, доцент
Іваненко К.М., канд. техн. наук, доцент
Пасов Г.В., канд. техн. наук, доцент
Національний університет «Чернігівська політехніка», gum_ok@ukr.net

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РОЗРОБЛЕНОГО СУШИЛЬНОГО АГРЕГАТУ ДЛЯ ГАРБУЗОВОГО НАСІННЯ

Гарбузові технології – один із, відносно, нових напрямків харчової промисловості. Вважається, що гарбуз – це корінна рослина в українській культурі, тому вирощування саме цих плодів є невід’ємною частиною ведення сільського господарства. Основним джерелом цікавості у вирощуванні гарбузів є їх цінне насіння, багате на вітаміни групи В, фолієву кислоту, жири, вуглеводи та мінерали, в тому числі кальцій, магній, залізо. Відомо, що збагачені гарбузовим насінням чи шротом (порошком) кондитерські чи хлібобулочні вироби характеризуються підвищеною харчовою цінністю та відмінними смаковими якостями [1 – 3].

Процес одержання гарбузового насіння у чистому вигляді є трудомістким процесом [2–4], а особливо – етап сушіння насіння, який є одним із основних та найважливіших, оскільки саме в ході нього формується практично третина усіх фізичних та хімічних показників насіння [5].

Для процесу сушіння у великих промислових масштабах застосовують агрегати, що мають у своїх конструкціях, переважно, електричні теплогенератори чи теплообмінники на пароконвекційному принципі роботи із обдувними сорочками та радіальним вентилятором типу «Равлик», а також теплогенераційні установки на газовому забезпеченні із ресиверними компенсаторними без включення аерозольного зволоження та штучного осушування потоку повітря. Такі установки мають високу енерговитрату та низький показник корисної дії, але мають доволі малі та компактні розміри для промислового встановлення до мережі 380В [6]. Насіння перед висушуванням на таких установках проходить етап вакуумації та шліфування потоком води. Такі операції проводять для того, щоб позбутися зайвої вологи, слизу, надмірної кислотності насіння (яка є небажаною). Переважно, такі агрегати є автоматизованими, мають низку пристосовань для перемішування шару насіння на сітчастих подах сушильних столів у вигляді рухомих балок, гумових шнеків, бильних чи віброустановок для полегшення етапу, як висушування, так і зрівнювання шару насіння після першого перемішування [7].

Зважаючи на переваги конкурентних зразків теплогенераторів, було розроблено твердопаливну сушильну установку із сушильним столом без автоматичного перемішування насіння та зрівнювання. При цьому здійснюється контроль температури, вологості та сили потоку повітря у каналах сушильного столу. Така установка дозволяє знизити затрати на електропостачання, шкідливі випари та викиди в атмосферу хімічних компонентів чи охолоджувальних рідин. Вона може бути використана для обробки та доведення до споживчих властивостей не тільки гарбузового, а й насіння низки зернових культур. Серійний випуск такої установки сприятиме розвитку ринку попиту на альтернативні установки малого бізнесу.

Беручи до уваги вищезгаданий результат, заміна електричних сушильних установок на твердопаливні дасть змогу працювати в умовах підвищеної енергетичної складності без стабільного постачання електроенергії.

До конструкції твердопаливного котла входять такі вузли: радіальний вентилятор із тензодатчиками та повітря-проводом, турбіна подачі стиснутого гарячого повітря під високим тиском; суцільнозварена основа (топка у вигляді доменної печі) із повітряною

сорочкою на обдув, допоміжна система охолодження диму та газів (розташовується над топкою), димохід змієвиковий із термостійкого матеріалу (термостійка сталь, керамічна цегла, азбестове покриття), радіатор – компенсатор із термостійкого матеріалу (комбінація із товстостінних термостійких труб заповнених кварцовим піском, азбестовою стружкою та керамічною січкою), система підсилення потоку повітря у вигляді каналного вентилятора та трубопроводу.

На рис. 1 наведено фото сконструйованого твердопаливного котла для сушильної установки продуктивністю 30000 м³ гарячого повітря за годину. Котел споживає паливо у вигляді деревних відходів від деревообробних підприємств, пелет, січки, вугілля, тирси та інших паливних матеріалів.



Рис. 1 – Фото твердопаливного котла (1) з турбіною (2) для роздуву полум'я

До комплексу із твердопаливним котлом входить окремо сушильний стіл (рис. 2) площею 60 м², який має такі характеристики: висота рівня сітчастого поду – 600 мм, габаритні розміри сітчастого поду – 12×5 метрів, матеріал сітчастого покриття – нержавіючий дріт (розмір чарунки сітки 4×4 мм.) товщина дроту 1 мм.



Рис. 2 – Фото сушильного столу з насінням в натурі (а) та 3D-зображення його конструкції (б)

У ході експлуатації сконструйованої установки було проведено заміри вологості насіння відповідно до зміни температури потоку повітря у каналі сушильного столу при виході із крайньої точки відбиття поворотного засіку установки. Показники вимірювань наведено на рис. 3.

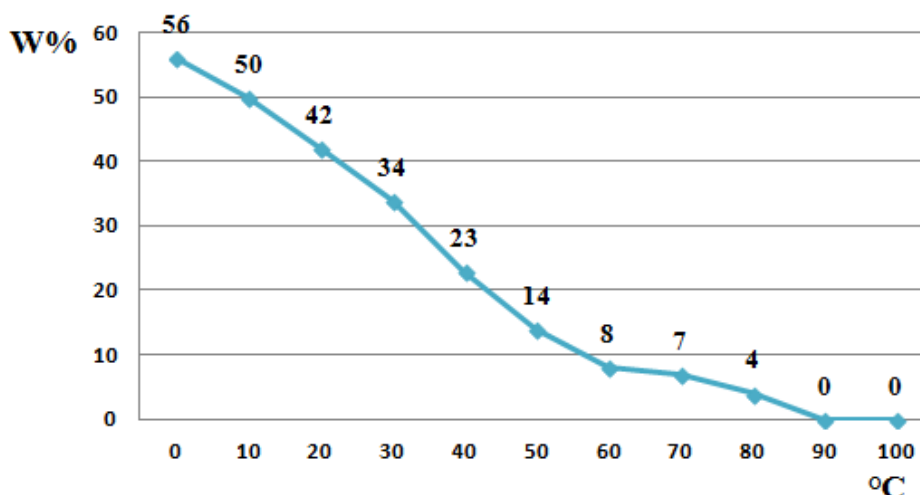


Рис. 3 – Залежність вологості насіння від температури потоку повітря у каналі сушильного столу

За графіком (рис. 3) видно, що найкращими температурними режимами для висушування гарбузового насіння є межі 40...70°C. За підвищення температури понад 70°C насіння змінює колір та текстуру, починає темніти та з'являється характерний запах смаженого насіння.

Висновок. В результаті проведених досліджень показників якості висушеного гарбузового насіння за допомогою розробленої твердопаливної установки встановлено, що використання її у комбінації із сушильним агрегатом має відмінні показники економічності та продуктивності фази сушіння.

Виявлені також деякі недоліки використання установки: ризик підсмажування насіння (усувається калібруванням температури за допомогою термодатчика); тривалість процесу сушіння насіння гарбуза (16 годин без перерви на охолодження для 1 тони вологого насіння, без вакуумації); необхідність вчасного перемішування та зрівнювання шару насіння (щоб зменшити кількість витрат гарячого повітря через пори у шарі чи нерівностях шару).

Список посилань

1. Study of the influence of native and germinated pumpkin and watermelon seeds on the quality of dough and bread / Gumeniuk O. et al // Food science and technology. 2021. Vol. 15, Issue 3. P. 108-119 DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v15i3.2122>
2. Місник Ю. Механізоване збирання гарбузового насіння на Півдні України / Місник Ю. // Техніка і технологія АПК, 2014. – № 10 (61). – 21 – 25 с. DOI: <https://doi.org/10.36910/agromash.vi42.185>
3. Шовкомуд О.В. Аналіз технологій та технічних засобів збирання гарбузів / Шовкомуд О.В., Мартинюк В.Л., Гунчик Р.В. // Сільськогосподарські машини: збірник наукових статей / Луцький нац. технол. ун-т. – Луцьк: Луцький. нац. технол. ун-т, 2019. – Випуск 42. – 122 – 132 с. DOI: <https://doi.org/10.36910/agromash.vi42.185>
4. Floor container dryer. HerbaS. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://herbas.hr/oprema-za-proizvodnju-bundevinog-ulja/susara-podna5/?lang=en>
5. Pazyuk V. Determination of rational modes of pumpkin seeds drying / V. Pazyuk, Zh. Petrova, O. Chepeliuk // Ukrainian food journal. – 2018. – Vol. 7, Issue 1. – С. 135-150. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/UFJ_2018_7_1_12.
6. Теплогенератори на твердому паливі. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.gazdream.com/?gclid>
7. Montecucco A. A Combined Heat and Power System for Solid-fuel Stoves Using Thermoelectric Generators / Montecucco A., Siviter J., Knox A. // Energy Procedia. – 2015. – Vol. 75. – P. 597 – 602. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.07.462>