

УДК 631.371:631.365

ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОТИ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ПРИ СУШІННІ ЗЕРНОВИХ КОНВЕКТИВНО-КОНДУКТИВНИМ МЕТОДОМ

Завальнюк П. Г.

Пришляк В. М.

Вінницький національний аграрний університет

В статті розглянуто особливості використання теплової енергії під час сушіння зернових конвективним та кондуктивно-конвективним методом.

В статті розглянуто особливості використання теплової енергії під час сушіння зернових конвективним та кондуктивно-конвективним методом.

Вступ

Розвиток сучасної сушильної техніки пов'язаний з її енергоефективністю. Застосування відновлювальної енергетики: сонячної, вітрової та енергії біомаси, найбільш перспективно впроваджувати в сушильне устаткування, так як ціни на енергоносії постійно зростають, а при сушінні с/г продукції паливоматеріали витрачаються в значних кількостях. Особливо це стосується таких енергозатратних с/г матеріалів як кукурудза, об'єми вирощування якої останнім часом суттєво збільшились, зокрема по Вінницькій області з 2007-2010 рр. майже в три рази з 405,8 до 1231,1 тис. тонн [1]. В господарствах кукурудза на зерно збирається в достатньо пізні строки, що вимагає обов'язкового сушіння в стислі терміни. Тут виникає кілька проблем, найвагоміші з них це висока ціна сушильного устаткування, їх низька ефективність під час сушіння в умовах низької температури навколишнього середовища, та необхідність підведення кількох систем енергопостачання (електроенергія, газ або дизпаливо) як наслідок висока собівартість сушіння, що в свою чергу змушує реалізовувати с/г продукцію в не вигідний для виробника період.

Аналіз технологій сушильного устаткування

У агропромисловому комплексі більшість сушильних установок застосовують конвективний метод сушіння. При всьому різноманітті конструкцій конвективні сушарки працюють за наступним принципом (рис. 1): сушильний агент – нагріте у теплогенераторі повітря або суміш повітря з гарячими топковими газами – надходить у сушильну камеру установки. Одночасно в неї подається вологий матеріал – продукт сушіння. Напрямок руху сушильного агента щодо матеріалу може бути прямоочним, протитечією і перехресним. Агент сушіння нагріває матеріал, поглинає з нього певну кількість вологи й видаляється із сушильної камери.

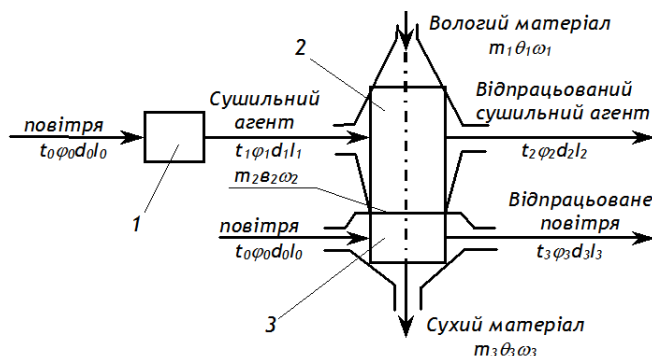


Рис. 1 Схема конвективної сушильної установки.

1 – теплогенератор, 2 – сушильна камера, 3 – охолоджувальна камера

В низькотемпературних сушильних установках відомих виробників MEPU, RIELA, BONFANTI як джерело енергії використовують дизпаливо або газ. Енерговитрати в сушильних установках такого типу сягають 5-8 МДж на кг. випареної вологи. Затрати енергії можна зменшити застосовуючи рекуперацію вихідних газів. В звичайних конвективних сушарках рекуперація неефективна, так як температура вихідних газів занадто низька. Підвищити ефективність рекуперації сушильного агента можна застосовуючи конвективно-кондуктивний метод сушіння. Схема процесу кондуктивно-конвективного сушіння із вказівкою параметрів агента сушіння, повітря й матеріалу, що висушується, зображена на рис 2. Для підігріву сушильного агента тут може використовуватись комбінований теплогенератор який працює на подрібнених деревовідходах або на інших видах палива, в літній час коли сонячної енергії достатньо, паралельно з ним можуть використовуватись геліоколектори.

Підігріте в теплогенераторі повітря подається в сушарку, через стінки теплообмінника віддає частину теплової енергії і в режимі протитечії нагнітається в міжзерновий простір сушарки, при русі вздовж сушильного каналу 2 насичується вологою та завдяки кондуктивному підігріву трубчатими елементами теплообмінника 4 поступово підігрівається, збільшуючи вологовбирний потенціал.

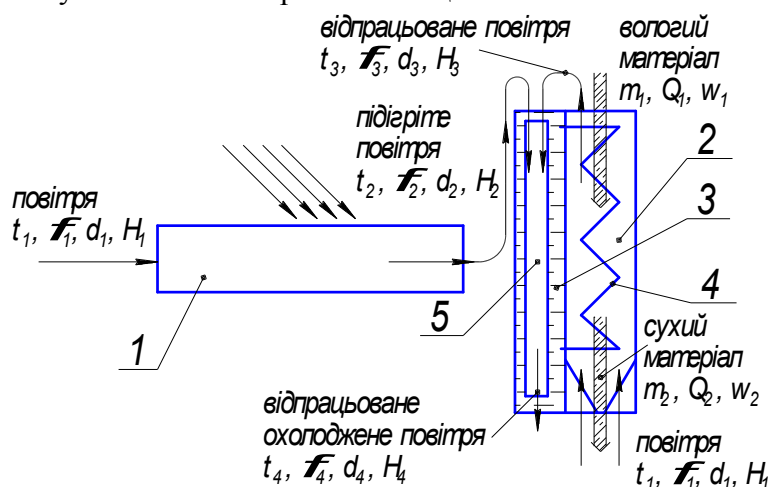


Рис. 2 Схема конвективно-кондуктивної сушильної установки:

1- комбінований теплогенератор з використанням відновлювальних джерел енергії; 2 - сушильна камера; 3 - тепловий акумулятор; 4 - трубчатий теплообмінник сушильної камери; 5 - пластинчатий теплообмінник теплового акумулятора.

Насичене вологою підігріте повітря спрямовується на рекуперацію в теплообмінник 5, де віддає теплову енергію, поступово охолоджуючись, та теплоту конденсації, внаслідок конденсування вологи з охолодженого перенасиченого повітря. Підбором режимних параметрів: швидкості руху зерна вздовж сушильного каналу, швидкості руху повітря по каналах сушильної камери та рекуператора, встановлюється оптимальний режим роботи сушарки при якому, максимально ефективно використовується теплова енергія отримана в теплогенераторі, а саме температура висушеного зерна та температура відпрацьованого повітря наближається до температури навколишнього середовища при умові мінімальних втрат через стінки сушильної камери. Віддавши частину вологи повітрю, просушений і охолоджений матеріал виходить із сушарки.

Збільшення вологовбирної здатності відбувається за рахунок поступового підвищення температури сушильного агента. Тобто одночасно з насиченням повітря вологою відбувається підігрівання повітря, внутрішня енергія (ентальпія) повітря постійно зростає, що в свою чергу забезпечує м'який режим сушіння зерна, та максимальне збереження його агротехнічної цінності. В конвективних сушарках під час сушіння ентальпія сушильного агента умовно незмінна, тому що зниження його температури компенсується прихованою теплотою пароутворення. Конвективно-кондуктивний метод сушіння дозволяє насичувати повітря вологою в кілька раз більше, ніж при конвективному сушінні, і відповідно інтенсифікувати сушіння та зменшити витрати енергії на процес.

Процес сушіння в конвективних сушарках на $I-d$ діаграмі показано на рис. 3, на відміну від конвективних сушарок процес насичення повітря вологою під час конвективно-кондуктивного сушіння на $I-d$ діаграмі має відбуватись вздовж лінії гігроскопічності (100% насичення вологою) (рис 4).

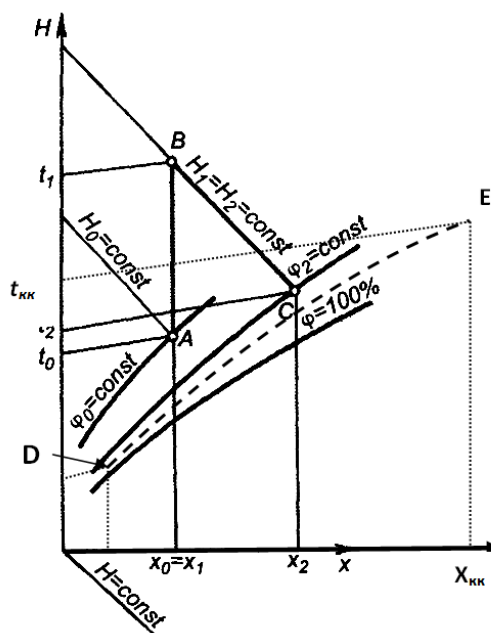


Рис. 4. $I-d$ діаграма процесу конвективного та конвективно-кондуктивного сушіння

На рисунку А-В-С характеризує процес конвективного сушіння в теоретичній сушарці, по лінії А-В відбувається підігрів повітря при постійному вологовмісті, на прямій

В-С відбувається процес сушіння, поступове насичення вологою при поступовому зниженні температури, при постійній внутрішній енергії. Лінія D-E характеризує процес конвективно-кондуктивного сушіння. Тут одночасно змінюються три параметри: внутрішня енергія, температура і вологовміст повітря. Якщо при конвективному методі, процес сушіння відбувається за рахунок теплоти яку віддає підігріте повітря, то при конвективно-кондуктивному методі процес сушіння відбувається за рахунок теплоти отриманої через стінку теплообмінника.

За даними досліджень при рекуперації відпрацьованого повітря у конвективних зерносушарках, досягти конденсації вологи не вдається[2] а саме прихована теплота пароутворення складає основну частину внутрішньої енергії повітря, тому застосування рекуператорів тепла і не набуло поширення. У конвективних зерносушарках вологозабір лежить в межах 15-30 г/м³ повітря, низька вихідна температура повітря, це вимагає для створення умов конденсації вологи встановлення теплонасосного обладнання, а це ускладнює і здорожчує сушильне устаткування.

Використання піролізних(газогенераторних) теплогенераторів повітря в комплексі з такою сушаркою дозволяє значно зменшити енергозатрати на сушіння так як волога яка утворюється під час реакції горіння газу, піролізу і згоряння біомаси конденсується на стінках теплообмінника, а не потрапляє в сушильну камеру, та покращити якість насінневого матеріалу, внаслідок унеможливлення контакту зерна з продуктами згоряння та стабільності температури в сушильні камері.

Висновки.

За рахунок конвективно-кондуктивного методу підведення теплоти досягається інтенсифікація сушіння, застосовуючи рекуперацію відпрацьованого сушильного агента, поліпшуються енергетичні показники. Перевагою такого методу сушіння є можливість створення умов ефективної рекуперації енергії, що для сушіння зерна кукурудзи, є особливо важливим фактором, так як збирання її часто відбувається в пізні строки, що суттєво впливає на енергоємність процесу сушіння.

Література

1. Статистичний збірник "Сільське господарство України" за 2010 рік.- Державна служба статистики України, 2011. -374с.
2. Чебанова О.Б., Зеленская Л.Д. Совершенствование сушильных установок взвешеного слоя//Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. -2007. – Вип. 5. – с. 148-151.
3. Красников В.В. Кондуктивная сушка. -М.: Энергия, 1973. -288с.
4. Котов Б.І. Аналіз тенденцій підвищення паливно-енергетичної ефективності зерносушарок// Збірник наукових праць Кіровоградського державного технічного університету. - 2001. - Вип. 10. – с. 227-232.
5. Калетнік Г.М., Гарькавий А. Д., Завальнюк П.Г., Патент України, № 52004. „Пристрій для сушіння сільськогосподарських кормів”. Бюл. №15 від 10.08.2010 р.МПК А01 F 25/08