

ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБНИХ ТА ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

УДК 621.181.7

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО СУШІННЯ
ВІДХОДІВ ДЕРЕВИНИ В КАМЕРНІЙ КОНВЕКТИВНІЙ СУШАРЦІ

Дахновська Ольга Вікторівна аспірант
Співак Олександр Юрійович к.т.н., доцент
Єфремов Ярослав Анатолійович магістрант
Вінницький національний технічний університет

*Dahnovska O.**Spivak O.**Efremov J.**Vinnytsia National Technical University*

Анотація: у статті подано результати експериментальних досліджень процесу сушіння відходів деревини різного складу в конвективній камерній сушарці. Побудовано криві сушіння для таких матеріалів як соснова і берестова тирса та лушпиння соняшника у відносних і нормованих координатах, криві швидкості сушіння, проаналізовано вплив різних параметрів тепловологісного режиму процесу сушіння на швидкість сушіння відходів деревини. Досліджено зміну вологовмісту теплоносія в процесі сушіння. Побудова кривих сушіння і кривих швидкості сушіння на підставі експериментів дає змогу більш точно оцінити вплив температури і вологості сушильного агента на швидкість процесу висушування сировини. Результати експериментальних досліджень сушіння різних видів відходів деревини та їх обробка показали, що кінетичні залежності зміни вологості і швидкості сушіння досить подібні. Це дає змогу при подальшій обробці експериментального матеріалу отримувати узагальнені залежності. За зміною вологовмісту теплоносія на виході із сушильної камери камерних конвективних сушарок можна визначати момент, коли можна закінчувати процес сушіння матеріалу.

Ключові слова: сушіння, альтернативне паливо, крива сушіння, вологовміст теплоносія.

Вступ. Постановка проблеми

Для виробництва паливних брикетів або пелет необхідно мати рівномірно подрібнений матеріал з відносною вологістю 8-10%.

Таку вологість зразу мають відходи (тирса і дрібна стружка), що утворюються при столярній обробці попередньо висушеної дошки (зазвичай при виробництві столярних виробів, вагонки, вікон, дверей, паркету тощо). У всіх інших випадках (відходи пилюрам, обаполи, баланси, тріска) матеріал має підвищену вологість і його необхідно сушити. Сушать подрібнені відходи деревини (тирсу) в барабанних, аеродинамічних чи пневматичних сушарках за температур, близьких до температур загоряння деревини, найчастіше застосовуючи як теплоносій відхідні гази від спалювання відходів деревини або тих же самих брикетів чи пелет, які виробляються з тирси.

Недоліками таких способів сушіння є висока пожежна небезпечність і відносно висока енерговитратність, притаманна процесу сушіння взагалі [1].

Разом з тим, утилізована від працюючих теплоенергетичних установок низькотемпературна теплота значно дешевша, пожежобезпечна і її доцільно було б використати саме для процесу сушіння компонентів альтернативних видів палива.

Необхідно зауважити, що при підборі тепловологісних режимів сушіння деревини використовують різні підходи. Перший, найбільш поширений, базується на зміні параметрів середовища у відповідності зі зміною вологості деревини. Другий підхід до побудови режимів передбачає зміну параметрів середовища в залежності від тривалості сушіння. Третій підхід побудови режимів передбачає зміну режимних параметрів середовища в залежності від розвитку внутрішніх напружень у висушуваній деревині [2].

Однак, літературних експериментальних даних по низькотемпературному сушінню відходів деревини мало і вони досить розрізнені і суперечливі. Тому експериментальні дослідження процесу конвективного сушіння відходів деревини низькотемпературними теплоносіями є доцільними.

Основна частина

Досліджувались кінетика і динаміка процесу сушіння різних видів відходів деревини (палива): тирси береста, сосни та лушпиння соняшника.



Початкова відносна вологість всіх видів палива перед сушінням складала 13,6 % на загальну масу.

Експериментальна установка детально описана в [3]. Підготовлене паливо (тирсу, або лушпиння) настеляли на піддони прогрітої сушарки. Для запобігання просипання часточок через перфорацію піддонів застосовано сітку з коміркою 0,8 мм. Після виходу сушарки на режим сушіння визначали тепловологісні параметри відпрацьованого теплоносія.

Протягом експерименту вимірювались: температура теплоносія в робочій камері сушарки, відносна вологість теплоносія на виході з сушарки, температура відпрацьованого теплоносія, споживана потужність, зміна маси палива в процесі сушіння.

Детально методика проведення експерименту описана в [4].

На рис.1 представлені зведені експериментальні залежності зміни відносної вологості (криві сушіння) для досліджуваних видів палива. Процес сушіння вели до залишкової відносної вологості матеріалу 5-6 %. Для всіх видів палива процес сушіння тривав 55 хвилин, потужність нагрівника складала 600 Вт. Маса палива – 500 грам. Залежності мають практично монотонний характер, причому на кривих сушіння тирси обох порід деревини навіть без обробки даних можна розрізнити дві зони сушіння: з постійною і спадаючою швидкостями сушіння.

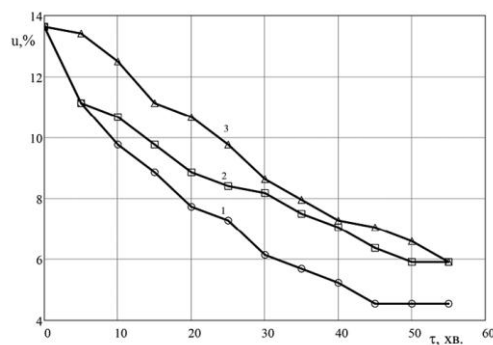


Рис. 1. Зміна відносної вологості в процесі сушіння для різних видів палива 1 – тирса береста; 2 – тирса сосни; 3 – лушпиння соняшника

Із залежностей видно, що зміна вологості висушуваного матеріалу в зоні постійної швидкості сушіння для всіх трьох видів палива в діапазоні похибок експериментів приблизно однакова. Розбіжність в зоні прогріву сировини пояснюється як відмінами геометричних розмірів і мас висушуваних частинок сировини, так і морфологічними структурами сировини.

В результаті регресійного аналізу пронормованих експериментальних результатів в середовищі Mathcad отримано функціональні залежності $u = f(\tau)$ в неявному вигляді (рис.2).

Швидкість сушіння отримували диференціюванням залежностей $u = f(\tau)$. Результати подані на рис.3. Для тирси обох порід деревини на початковій стадії сушіння швидкість зростає, що можна пояснити більш активним підводом вологи до поверхні часточки з глибинних шарів в результаті прогріву. Зона постійної швидкості сушіння для соснової тирси ширша, ніж в береста. Приросту швидкості сушіння лушпиння соняшника в процесі немає.

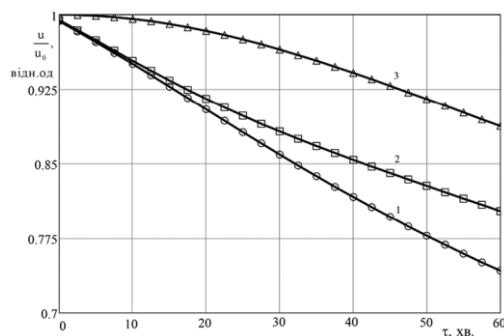


Рис. 2. Нормовані криві сушіння, отримані в результаті регресійного аналізу експериментальних залежностей 1 – тирса береста; 2 – тирса сосни; 3 – лушпиння соняшника

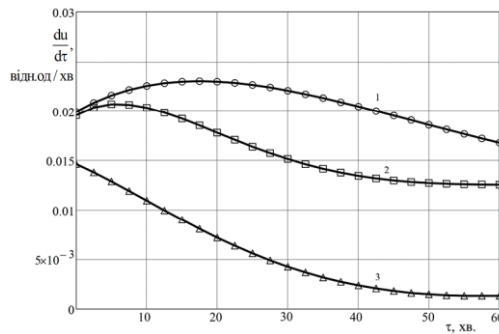
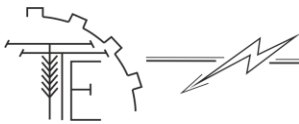


Рис. 3. Швидкість сушіння різних видів палива 1 – тирса береста; 2 – тирса сосни; 3 – лушпиння соняшника

Дослідження вологовмісту теплоносія в процесі сушіння показали, що для всіх видів висушуваного матеріалу вологовміст монотонно (в межах похибок експерименту) зменшується, причому практично пропорційно зменшенню швидкості сушіння матеріалу. На початку сушіння значення вологовмісту знаходяться на рівні 30-35 г/кг, а в кінці процесу – 8-10 г/кг. За останню чверть тривалості процесу сушіння вологовміст теплоносія практично не змінювався, хоча кількість вологи в матеріалі незначно, але зменшувалась.

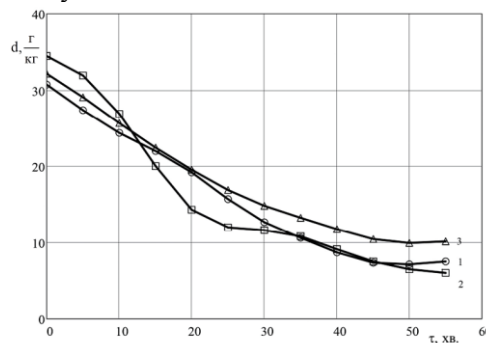


Рис. 4. Зміна вологовмісту теплоносія в процесі сушіння 1 – тирса береста; 2 – тирса сосни; 3 – лушпиння соняшника

Висновки

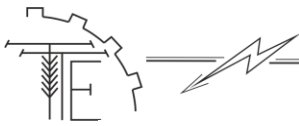
1. Побудова кривих сушіння і кривих швидкості сушіння на повністю експериментальному матеріалі дає змогу більш точно оцінити вплив температури і вологості сушильного агента на швидкість процесу висушування сировини.
2. Результати експериментальних досліджень сушіння різних видів відходів деревини та їх обробка показали, що кінетичні залежності зміни вологості і швидкості сушіння досить подібні. Це дає змогу при подальшій обробці експериментального матеріалу отримувати узагальнені залежності.
3. За зміною вологовмісту теплоносія на виході із сушильної камери камерних конвективних сушарок можна визначати момент, коли можна закінчувати процес сушіння матеріалу.

Список літератури

1. Акулов Ф.Г. Энергетическое использование отходов деревообработки в ЗАО «Технопарк ЛТА» / Ф.Г. Акулов, С.И. Акишенков. – Санкт-Петербургская госуд. лесотехнич. Акад. – 2001. – 14 с. - Деп. в ВИНТИ от 04.06.01, №1403. - 2001.
2. Озарків І.М. Науково-технічні основи конвективної-радіаційного сушіння деревини : автореф. дис. д-ра техн.наук / І.М. Озарків; Нац. ун-т «Львів. політехніка». – Л., 2006. – 38 с.
3. Співак О.Ю. Установа для дослідження кінетики сушіння сировини / О.Ю. Співак, В.В. Музичук, К.О. Іценко // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – Вінниця: Універсум-Вінниця. – 2012. – №2. – С. 88-90.
4. Співак О.Ю. Дослідження кінетики процесів сушіння сільськогосподарської сировини в побутових сушарках / О.Ю. Співак, М.О. Кучинський // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – Вінниця: Універсум-Вінниця. – 2012. – №1. – С.85-89.

References

1. Akulov F.G. Energy use of waste wood in UAB "Technopark LTA" / F.G. Akulov, S.I. Akishenkov. - : St. Petersburg gov't. foresttechnich. Acad. - 2001. - 14 p. - Dep. VINITI on 04.06.01, №1403. - 2001.



2. Ozarkiv I.M. Scientific and technical bases convection - radiation timber : Author. Thesis . Dr. Sc / I.M. Ozarkiv ; Nat. University of "Lviv . Polytechnic ". - L., 2006. - 38 p.
3. Spivak O.U. Installation for studying the kinetics of drying of raw material / O.U. Spivak, V.V. Muzychuk, K.O. Ishchenko // Modern technologies, materials and constructions in building. - Ball: Uni-versum-Vinnitsia. - 2012. - №2. - P. 88-90.
4. Spivak O.U. Kinetic studies of agricultural raw materials drying in a dryer household / O.U. Spivak, M.O. Kuchinsky // Modern technologies, materials and constructions in building. - Ball: Universum-Vinnitsia. - 2012. - №1. - P. 85-89.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СУШКИ ОТХОДОВ ДРЕВЕСИНЫ В КАМЕРНОЙ КОНВЕКТИВНОЙ СУШИЛКЕ

Аннотация: в статье представлены результаты экспериментальных исследований процесса сушки отходов древесины различного состава в конвективной камерной сушилке. Построены кривые сушки для таких материалов как сосновые и берестовые опилки и шелуху подсолнечника в относительных и нормированных координатах, кривые скорости сушки, проанализировано влияние различных параметров тепловлажностного режима процесса сушки на скорость сушки отходов древесины. Исследовано изменение влагосодержания теплоносителя в процессе сушки. Построение кривых сушки и кривых скорости сушки на основании экспериментов позволяет более точно оценить влияние температуры и влажности сушильного агента на скорость процесса сушки сырья. Результаты экспериментальных исследований сушки различных видов отходов древесины и их обработка показали, что кинетические зависимости изменения влажности и скорости сушки достаточно похожи. Это позволяет при дальнейшей обработке экспериментального материала получать обобщенные зависимости. По изменению влагосодержания теплоносителя на выходе из сушильной камеры камерных конвективных сушилок можно определять момент, когда можно заканчивать процесс сушки материала.

Ключевые слова: сушка, альтернативное топливо, кривая сушки, влагосодержание теплоносителя.

EXPERIMENTAL STUDY LOW-TEMPERATURE DRYING OF WOOD WASTE IN THE CHAMBER OF CONVECTIVE DRYER

Summari: this paper presents the results of experimental research of the drying process of wood waste products of different composition in convective dryer chamber. Construct curves for drying materials such as pine and berestu sawdust and husks of sunflower in relative and normalized coordinates, speed drying curves, the influence of various parameters of thermal and humidity regime to speed the drying process of drying wood waste. The change in the moisture content of the coolant drying. Building drying curves and drying rate curves based on experiments makes it possible to more accurately assess the effect of temperature and humidity of the drying agent to speed drying process raw materials. The results of experimental studies of various types of drying wood waste and their treatment has shown that the kinetic changes depending on humidity and drying speed are quite similar. This allows for further processing of the experimental small-als get generalized dependence. The changes in moisture content of the coolant at the outlet from the chamber chamber convection dryers can determine the time when you can finish-drying process wool material.

Keywords: drying, alternative fuel, drying curve, moisture content of the coolant.