

РОЗДІЛ II. МЕХАНОХІМІЯ

УДК 674.047

П.В. Білей, д-р техн. наук

Б.І. Приставський, аспірант

НЛТУ України, м. Львів, Україна

ОПИС КОНСТРУКЦІЙ ВИРОБНИЧИХ УСТАНОВОК ДЛЯ СУШІННЯ ПОДРІБНЕНОЇ ДЕРЕВИНИ ТА МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛОГОСТІ

Розглянуто ефективність використання обладнання для сушіння подрібненої деревини, його технічні характеристики, переваги та недоліки. Описано методику визначення вологості подрібненої сировини.

Ключові слова: конвективні сушарки, агент сушіння, подрібнена деревина, вологість, температура, обладнання.

Рассмотрена эффективность использования оборудования для сушения измельченной древесины, его технические характеристики, преимущества и недостатки. Описана методика определения влажности измельченного сырья.

Ключевые слова: конвективные сушилки, агент сушения, измельченная древесина, влажность, температура, оборудование.

Efficiency of the use of equipment is considered for drying of the ground up wood, him technical descriptions, advantages and failings. The method of determination of humidity of the ground up raw material is described.

Key words: konvektivni dryers, agent of drying, ground up wood, humidity, temperature, equipment.

Технологія виробництва плит, пелетів та паливних брикетів вимагає, щоб подрібнена деревина мала низьку вологість від 2 до 10 %, залежно від призначення, виду матеріалу і фракції. Початкова вологість сировини для виготовлення подрібненої деревини може мати значення 10...20 % для сухих відходів деревообробних та 80...120 % для сирих відходів. Таким чином, сушіння подрібненої деревини є обов'язковим технологічним процесом, на який витрачається значна кількість теплової енергії.

Конвективні сушарки з пневмомеханічним переміщенням матеріалу, як правило, працюють з використанням агента сушіння топкових газів. Конструктивно їх оформлюють як нерухомі або рухомі (обертний рух) барабани. В деревообробній промисловості використовують три види барабанів: рухомий одноходовий, рухомий трьохходовий та нерухомий з сопловим дуттям. Найчастіше використовують одноходовий рухомий барабан (сушарки "Прогрес"), як найбільш простий за виконанням та достатній за продуктивністю. Але недоліками цих сушарок є те, що здійснюється додаткове подрібнення стружки з утворенням пилу, який налипає на лопатках і часто загоряється при попаданні іскор. У цих сушарках теплообмін між матеріалом і агентом сушіння відбувається, в основному, за рахунок конвекції (до 75 %). Решта тепла передається за рахунок контакту подрібненої деревини з нагрітими поверхнями та тепловим випромінюванням від нагрітих поверхонь [1-3].

Цей сушильний комплекс (рис. 1) використовується для сушіння подрібненої деревинної сировини (тирси, щепи), яка використовується для виробництва пелетів та брикетів. Як агент сушіння, використовуються топкові гази.

Характеристики сировини для виготовлення брикетів та пелетів при експериментальному випробуванні барабанної установки (барабан однопрохідний – діаметр 1600 мм, довжина 8000 мм, утеплений):

W_n – початкова вологість матеріалу, $W_n = 55,3...88,2$ %;

W_k – кінцева вологість матеріалу, $W_k = 6,0...12,1$ %;

t_{exid} – температура на вході в сушильний барабан, $t_{exid} = 350...730$ °С;

t_{vuxid} – температура на виході з сушильного барабану, $t_{vuxid} = 80...88$ °С.

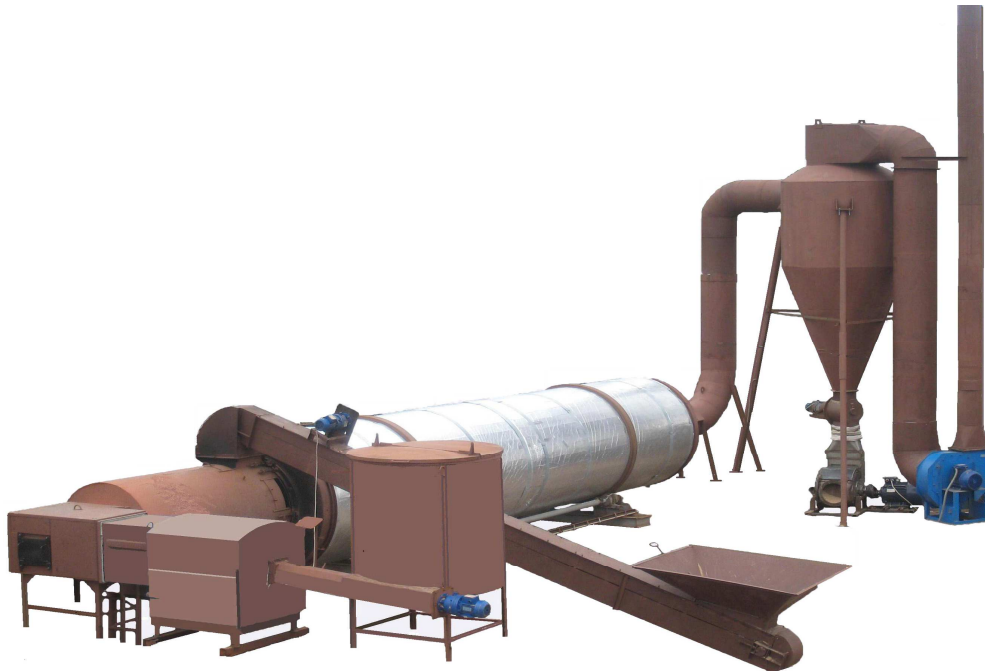


Рис. 1. Сушильна установка барабанного типу.

У цьому агрегаті температуру агента сушіння на виході не можна підвищувати у зв'язку з обмеженням у температурних режимах витяжного вентилятора до 90°C . Як показали дослідження, потрібно керувати вихідною температурою в межах $76\text{...}85^{\circ}\text{C}$, тоді вихідний продукт буде мати вологість $6\text{...}12\%$, що повністю задовольняє, вимогам для формування брикетів та пелетів. На вході в сушильний барабан може бути і до 700°C залежно від початкової вологості матеріалу. Недоліком такого сушіння є те, що брикети і пелети можуть набувати бурого кольору з домішками частинок сажі, що відповідає вимогам II або III сорту. На експорт найдорожче оцінюються пелети та паливні брикети білого кольору. В цьому випадку може застосуватись установка для тонкої очистки димових газів.

Конвективні сушарки з пневматичним переміщенням матеріалу приймають за принципом сушіння подрібненої деревини у зваженому стані, при якому забезпечується інтенсивний теплообмін матеріалу з середовищем. Агентом сушіння в пневматичних сушарках є топкові гази. Використовують два типи сушарок: труба-сушарка, аерофонтанна сушарка. Найчастіше використовують аерофонтанні сушарки. У зв'язку з розширенням діаметра конуса швидкість злету подрібненої деревини зменшується, і вона опускається до низу, де попадає на зустрічний струмінь нагрітого агента сушіння. Так відбувається сушіння до тих пір, поки гравітаційні сили перевищують силу дуття агента сушіння, і подрібнена деревина подається в наступну лійкоподібну конструкцію, де проходить подальший етап сушіння. У таких сушарках відбувається самовільна диференціація подрібненої деревини за величиною фракції: більш дрібна фракція скоріше висушується і скоріше переміщається до наступного конуса, а потім і до циклона. Такі сушарки добре працюють при однорідній фракції подрібненої деревини. Недоліком цих сушарок є те, що в різний період процесу сушіння не регулюються параметри сушильного середовища. В різні періоди процесу сушіння, залежно від розміру фракції та початкової вологості матеріалу, потрібно витрачати різну кількість теплової енергії, що в цих сушарках реалізувати неможливо.

Сушіння подрібненої деревини має такі особливості. Процес сушіння можна чітко розділити на два періоди: коли виділяється вільна волога (до середньої вологості 30%) та коли випаровується зв'язана волога. Подрібнена деревина характеризується розвинутою поверхнею випаровування вологи і тому в початковий період можна давати високу температуру сушильного середовища до $t_{\text{с}} = 300\text{...}500^{\circ}\text{C}$, що не завдає шкоди матеріа-

лу (його температура досягає тільки точки кипіння води, тобто 100°C). Потім температуру агента сушіння потрібно різко знизити до 180°C , бо поріг займання подрібненої деревини знаходиться в межах $200\text{...}250^{\circ}\text{C}$. Тому процес сушіння подрібненої деревини слід розділяти на дві частини: коли випаровується вільна волога (від початкової вологи деревини до $W = 30\%$) та коли випаровується зв'язана волога (від 30% до кінцевої вологи $W = 2\text{...}6\%$).

Такий спосіб сушіння можна реалізувати на сушильній установці, принципова схема якої зображена на рисунку 2.



Рис. 2. Аерофонтанна сушильна установка.

Цей агрегат дає можливість використовувати нижчу температуру ($t_c = 260\text{...}450^{\circ}\text{C}$) топкових газів, ніж при сушінні барабанною сушильною камерою. В проведених експериментальних дослідженнях було показано, що температура на виході із труби-сушарки повинна знаходитися в межах $115\text{--}125^{\circ}\text{C}$, тоді продукт на виході буде мати вологість $7\text{--}12\%$, що повністю задовольняє умовам виготовлення паливних брикетів і пелетів.

Характеристика сировини для виготовлення брикетів та пелетів при експериментальному випробуванні двоконтурної аерофонтанної сушарки: в дослідженні використана подрібнена деревини з початковою вологістю $W_n = 50\text{...}80\%$ і кінцевою вологістю $W_k = 9\text{...}12\%$.

Температура агента сушіння на вході в сушарку $t_{\text{вхід}} = 260\text{...}450^{\circ}\text{C}$, на виході $t_{\text{вихід}} = 115\text{...}125^{\circ}\text{C}$.

Вологість подрібненої деревини визначається, як правило, ваговим способом. Невеликий об'єм сирової подрібненої деревини (біля 1000 см^3) зважується на лабораторній електронній вазі з точністю до $0,1\text{ г}$ і висушується до абсолютно сухого стану (коли маса об'єму стає постійною) і знову зважується, а далі за допомогою формули визначається початкова вологість стружки (подрібненої деревини)

$$W_n = \frac{M_n - M_0}{M_0} 100\% , \quad (1)$$

де M_n – маса вологої стружки, г;

M_0 – маса стружки в абсолютно сухому стані, г.

Початкова вологість подрібненої деревини визначається перед її подачею до сушильного барабану. Кінцева вологість висушеної подрібненої деревини визначається

аналогічним методом. Проба відбирається з бункера сухої стружки, встановленого після циклону.

$$W_k = \frac{M_k - M_0}{M_0} 100\%, \quad (2)$$

де M_k – маса висушеної подрібненої деревини, г;

M_0 – маса подрібненої деревини досушеної до абсолютно сухого стану, г.

Тривалість сушіння – проходження матеріалу по сушарці – визначається за формулою

$$\tau = \frac{0,2L_\sigma}{\bar{h} \left[ztg\psi + \frac{0,0514}{\bar{\delta}} (\rho V)^{1,7} \right] n^{0,7}}, \quad (3)$$

де L_σ – довжина робочої частини сушильного барабану, м;

\bar{h} – середня висота падіння частинок матеріалу, м;

z – число лопаток у кожному секторі барабана;

ψ – кут нахилу барабана;

$\bar{\delta}$ – середній розмір частинок, мм;

ρV – середня вагова швидкість, кг/(м² с).

Продуктивність барабанної сушарки за годину роботи можна визначити за формулою

$$P = 60V_\sigma / \tau, \quad (4)$$

де V_σ – об'єм сушильного барабана, м³.

Сумарна кількість теплоти, яка витрачається на процес сушіння подрібненої деревини, визначається з умов теплового балансу за рівнянням

$$Q = \alpha_v V_\sigma \Delta \bar{t}, \text{ кВт}, \quad (5)$$

де α_v – об'ємний коефіцієнт тепловіддачі, який характеризує кількість тепла, переданого до матеріалу, віднесене до одиниці об'єму сушарки, Вт/(м³ °С);

$\Delta \bar{t}$ – середня різниця температур між газом (агентом обробки) і матеріалом, °С.

$$\Delta \bar{t} = \frac{t_1 - 30}{2,31g \frac{t_1 - 20}{10}}. \quad (6)$$

Вираз (6) показує, що температура матеріалу до сушіння прийнято $t_m = 20$ °С, а в кінці процесу сушіння температура матеріалу є нижчою тільки на 10 °С від температури середовища (де t_1 – це температура середовища на вході в сушарку).

Об'ємний коефіцієнт тепловіддачі можна визначити за виразом

$$\alpha_v = \frac{A\beta(\rho V)^{0,6}}{B + C_n}, \text{ Вт/(м}^3\text{ °С)}, \quad (7)$$

де A, B, C – константи, які визначають характеристику висушуваного матеріалу;

β – коефіцієнт об'ємного заповнення барабана стружкою;

ρV – вагова швидкість руху агента обробки, кг/(м² с);

n – число обертів барабана сушарки.

Сумарна кількість теплоти, яка йде на процес сушіння з кількості теплоти на початкове нагрівання матеріалу ($Q_{нагр}$), на випаровування вологи з деревини ($Q_{вип}$) та втрати через огороження сушильної установки ($Q_{ог}$). Отже,

$$Q = Q_{нагр} + Q_{вип} + Q_{ог}. \quad (8)$$

Таким чином, використання вищої теплової здатності палива дає великий енергетичний та економічний ефект. Однак є певні застереження – паливні пелети і брикети, що йдуть на експорт, мають бути білого кольору, тому тут потрібно встановлювати додаткове обладнання для тонкої очистки димових газів від сажі. На внутрішній ринок пелети і паливні брикети допускаються жовтуватого та бурого кольору, що свідчить про наявність там сажі (яка до речі є також додатковим вуглецевим компонентом палива). Отже, пелети і паливні брикети, що йдуть на внутрішній ринок, мають більшу теплотворну здатність.

Список використаних джерел

1. Стернин Д. М. Сушка в производстве фанеры и древесностружечных плит / Д. М. Стернин. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 383 с.
2. Білей П. В. Сушіння та захист деревини: підручник / П. В. Білей, В. М. Павлюст. – Львів: Кольорове небо, 2008. – 312 с.
3. Серговский П. С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины / П. С. Серговский. – М.: Лесная промышленность, 1987. – 360 с.

УДК 621.91:678.5

А.П. Тарасюк, д-р техн. наук

Украинская инженерно-педагогическая академия, г. Харьков, Украина

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АНИЗОТРОПНЫХ ПОЛИМЕРОВ

Целью исследования является установление силовых и энергетических закономерностей процесса резания волокнистых полимерных композитов и их влияние на выходные параметры процесса обработки, а также подготовка исходных данных для моделирования контактного взаимодействия режущего инструмента с волокнистым полимерным композитом.

Ключевые слова: резание, полимерные композиты, режущий инструмент, поверхностный слой, прочностные свойства.

Метою дослідження є встановлення силових і енергетичних закономірностей процесу різання волокнистих полімерних композитів та їх вплив на вихідні параметри процесу обробки, а також підготовка початкових даних для моделювання контактної взаємодії різального інструменту з волокнистим полімерним композитом.

Ключові слова: різання, полімерні композити, різальний інструмент, поверхневий шар, прочнісні властивості.

A research aim are establishment of power and power conformities to law of process of cutting of fibred polymeric compos and their influence on the data-outs of process of treatment, and also preparation of basic data for the design of pin co-operation of tailpiece with a fibred polymeric compo.

Key words: cutting, polymer composites, cutting tools, surface layer, the strength properties.

Постановка проблеми. Для оценки силовых и энергетических характеристик процесса резания, правильного понимания физической природы процесса резания и влияния его параметров на разрушение композитов и формирование поверхностного слоя, необходимо проанализировать влияние этих условий на прочностные свойства волокнистых полимерных композитов (ВПК).

Анализ последних исследований и публикаций. Исследователями, занимающимися созданием композитов выявлены изменения упругих и прочностных свойств композитов при изменении направления и скорости их деформации, температуры, влажности и ряда других показателей [1-4]. Однако до сих пор исследователи процесса резания композитов эти изменения не учитывали, что подтверждается проведённым обзором литературных источников.

Постановка задач исследования:

- установить влияние условий резания на упругие и прочностные свойства композитов, а также силовые и энергетические характеристики процесса резания;
- найти оптимальные динамические характеристики процесса резания;
- установить влияние энергетических характеристик процесса резания на его выходные параметры.