

Таким чином, огляд літературних джерел показує, що проблема успішного використання сонячної радіації в кліматичних умовах України до кінця не розв'язана і вимагає подальших досліджень, зокрема, для твердолистяних порід, що важко висихають.

Література

1. Schwalbe C. G., Bartels J. Die Trocknung von Rundhölzer// Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen. – 1934. – Bd.75. – S. 1-19.
2. Altenkirch E. Trocknungsanlage mit Ausnutzung der Sonnenenergie// VDI- Zeitschrift. – 1938. – Bd.82. – S. 1347.
3. Johnson C. L. Wind-powered solar-heated lumber dryer// Southern Lumberman. – 1961, № 203. – P. 41-44.
4. Wengert E. M. Improvements in solar kiln design// Research Note FPL-0212. – Madison, WI. – 1971. – 10 p.
5. Wengert E. M., Oliveira L. C. Solar-heated, lumber dry kiln designs. – Blacksburg, VA: Department of Forest Products, 1980. – 72 p.
6. Simpson W. T., Tschemitz J. L. Performance of a solar/ wood energy kiln in tropical latitudes// Forest products journal. – 1989, № 1. – P. 23-30.
7. Plumptre R. A., Jayanetti D. L. Solar heated timber drying kilns. – Oxford: TRADA Technology Ltd., 1996. – 24 p.
8. Schneider A., Engelhardt F., Wagner L. Vergleichende Untersuchungen über die Freilufttrocknung und Solartrocknung von Schnittholz unter mitteleuropäischen Wetterverhältnissen// Holz als Roh- und Werkstoff. – 1979, № 37. – S. 427-433.
9. Koberle M. Trocknen von Schnittholz mittels kombinierten Heizung unter Verwendung von Sonnenenergie// Holzindustrie. – 1982, № 2. – S. 42-43.
10. Popovska E. O suszeniu solarnym drewna// Przemysł Drzewny. – 1982, № 11. – S. 16-18.
11. Озарків І. М., Басальга Е. В. Применение нетрадиционного вида энергии для сушки древесины// Wood business. – 1997, № 4. – С. 21-22.

УДК 674.047

Доц. І.М. Озарків, канд. техн. наук;
доц. М.С. Кобринич, канд. фіз.-мат. наук – УкрДЛТУ

АНАЛІЗ ВЛАСТИВОСТЕЙ СОНЯЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ СУШІННЯ ДЕРЕВИНИ

Наведені основні властивості сонячного випромінювання як екологічно чистого джерела енергії для сушіння деревини.

Doc. I. M. Ozarkiv, doc. M. S. Kobrynovich – USUFWT

The qualities of solar radiation analysis in technological processes of wood drying

The main qualities of solar radiation as ecological source of energy for wood drying are showed.

Традиційні методи отримання технічних видів теплової енергії, що базуються на використанні вугілля, нафти і газу, вже не відповідають сучасним вимогам науково-технічного прогресу. Крім того, вичерпання запасів цих видів палива і джерел енергії в Україні викликає необхідність пошуку екологічно чистих джерел теплової енергії. У свою чергу, відпуск цін на енергоносії відкриває дуже перспективний напрям використання сонячної енергії як в

технології сушіння деревини, так і в сушильних установках, що використовують даний вид енергії. У зв'язку з цим розв'язання науково-технічної проблеми перетворення світлової енергії в теплову з метою подальшого використання для сушіння пилопродукції має важливе науково-практичне значення.

Використання Сонця як джерела теплового випромінювання вимагає знання його основних кутових, енергетичних і спектральних характеристик, а також ступінь їх зміни на поверхні опроміненого об'єкта теплової обробки (нагрівання або сушіння).

Відомо [1, 2], що спектр випромінювання Сонця за межами земної атмосфери приблизно співпадає зі спектром випромінювання абсолютно чорного тіла при $T=6000\text{ K}$, а енергетична густина опромінення складає $6.2 \cdot 10^7 \text{ Вт/м}^2$. До поверхні Землі від Сонця через атмосферу доходить випромінювання із довжинами хвиль $\lambda=0.30 \dots 3.0 \text{ мкм}$ із смугами поглинання, що викликаються наявністю в атмосфері водяної пари, вуглекислого газу і озону. Зокрема, як поглинач сонячного випромінювання, водяна пара характерна наявністю смуг поглинання в діапазонах довжин хвиль: $0.494 \dots 0.5114$; $0.542 \dots 0.5478$; $0.567 \dots 0.578$; $0.586 \dots 0.606$; $0.628 \dots 0.7304$; $0.826 \dots 0.978$; $1.095 \dots 1.165$; $1.319 \dots 1.948$; $1.762 \dots 1.977$; $2.52 \dots 2.845$; $4.24 \dots 4.40$; $5.25 \dots 7.5 \text{ мкм}$ [3]. При цьому в межах самої смуги поглинання коефіцієнт поглинання характеризується великою нерівномірністю.

Вуглекислий газ, на відміну від водяної пари, характеризується більш рівномірним розсіюванням випромінювання в атмосфері і смуги поглинання припадають на довжини хвиль $1.38 \dots 1.50$; $1.52 \dots 1.67$; $1.92 \dots 2.10$; $2.64 \dots 2.87$; $4.63 \dots 4.95$; $5.05 \dots 5.35$; $12.5 \dots 16.40 \text{ мкм}$. Озон в атмосфері розподілений дуже нерівномірно і як поглинач сонячної радіації характерний наявністю смуг поглинання в таких спектральних інтервалах довжин хвиль: 0.60 , 4.63 , ..., 4.95 , 6.30 , ..., 10.60 , 12.10 , ..., 16.40 мкм .

У приземних шарах атмосфери випромінювання Сонця еквівалентне випромінюванню абсолютно чорного тіла з температурою 5600 K . Сонячна постійна, що представляє собою густину сонячного потоку енергії сонячного випромінювання за межами земної атмосфери на середній віддалі від Землі до Сонця, дорівнює 1.353 кВт/м^2 .

Енергетична освітленість, що створюється Сонцем на площині, перпендикулярній до напрямку Сонця, поза земною атмосферою становить 1.36 кВт/м^2 (в перигеї – 1.407 кВт/м^2 , а в апогеї – 1.316 кВт/м^2). На поверхні Землі освітленість перебуває в межах $0.616, \dots, 0.913 \text{ кВт/м}^2$.

Для Землі як об'єкта опромінення характерні дві складові випромінювання: відбитий променевий потік і власне випромінювання. Значення коефіцієнта відбивання змінюється в широкому діапазоні ($0.10 \dots 0.80$), що пояснюється відповідними метеоумовами і різними умовами освітлення ділянок земної поверхні. У міру віддалення від Землі коефіцієнт відбивання стає все більш інтегральним (усередненим для всього диску Землі) і приймає значення, що дорівнює 0.398 . Потрібно зазначити, що власне випромінювання Землі припадає на інтервал хвиль $3 \dots 4 \text{ мкм}$.

Випромінювання атмосфери для діапазону хвиль, де вона поглинає сонячне випромінювання, апроксимується кривою абсолютно чорного тіла при температурі 200 К. Інтегральна густина випромінювання системи "Земля – атмосфера" в космосі дорівнює 200 Вт/м².

Ландшафт Землі, тобто наземні утворення, також характеризуються випромінюванням і відбивальними властивостями. Коефіцієнт відбивання в безпосередній близькості до Землі і на невеликих висотах визначається, в першу чергу, характером поверхні, а також хмарності. Значення інтегральних коефіцієнтів випромінювання змінюється в межах 0.85...0.97 мкм. В інженерній практиці характер власного випромінювання земного покриття вважають дифузним і приймають, що земна поверхня випромінює як сіре тіло з коефіцієнтом випромінювання, рівним 0.35 у видимій області спектра і 0.90 – в інфрачервоній. Для довжин хвиль більше 4 мкм випромінювання ґрунту і рослинності приймають рівним випромінюванню абсолютно чорного тіла при тій же температурі.

При проходженні сонячного випромінювання через атмосферу частина його енергії розсіюється і поглинається атмосферою. Саме проходження характеризується такими явищами:

- поглинанням і розсіюванням прямої сонячної радіації молекулами сухого повітря;
- поглинанням і розсіюванням пилу, що є в атмосфері;
- вибірконим (селективним) поглинанням молекулами водяної пари, вуглекислого газу, озону, окису вуглецю;
- відбиттям і поглинанням сонячного випромінювання шарами хмар.

Можливість використання сонячної енергії для промислових потреб, зокрема сушіння пиломатеріалів, залежить значною мірою, від географічної широти, пори року і погоди, тобто радіаційного (теплого) балансу окремо взятої території. Основною характеристикою концентрації вологи в атмосфері є так звана приведена товщина шару осадженої води на кілометр траси W_0' (см/км), що визначається за формулою:

$$W_0' = \rho_n \cdot \phi / \rho, \quad (1)$$

де ρ_n – абсолютна вологість насиченої пари; ϕ – відносна вологість насиченої пари; ρ – густина рідкої води.

Для передбачення величини сонячної інсоляції, тобто сонячного випромінювання, яке отримує горизонтальна поверхня Землі, використовують сонячні карти, на яких нанесені лінії постійного середньодобового повного випромінювання протягом заданого місяця на території України.

Прозорість атмосфери є також важливим фактором, який визначає надходження енергії сонячного випромінювання на об'єкт опромінення (об'єкт сушіння). Дослідженню інтегральної прозорості атмосфери на території України присвячені роботи М. І. Гойси, Г. Ф. Приходько, Л. З. Проха, Л. І. Сакалі, М. І. Щербаня, Л. С. Березіної, К. І. Пилипенко, К. С. Шифріна та інших. Узагальнення результатів цих та інших досліджень буде подано в наступних наших роботах.

Таким чином, знання властивостей сонячного випромінювання дозволяє нам успішно проектувати системи перетворення сонячної енергії в тепло-ву (геліотермічних колекторів) із подальшим їх використанням для сушіння деревини в геліосушарках.

Література

1. Озарків І. М. Використання сонячного випромінювання як нетрадиційного джерела енергії в камерному сушінні деревини // Доповіді 2-ї міжнар. наук-практ. конф. – Львів, 1997. – С. 140–141.
2. Мак-Вейч Д. Применение солнечной энергии. – М.: Энергоиздат, 1981 – 216 с.
3. Зюев В. Е. Распространение видимых и инфракрасных волн в атмосфере. – М.: Сов. радио, 1970. – 496 с.

УДК 647.047

Доц. І.М. Озарків, канд. техн. наук – УкрДЛТУ

УЗАГАЛЬНЕНИЙ КРИТЕРИАЛЬНЫЙ МЕТОД РОЗРАХУНКУ ЧАСУ КОНВЕКТИВНОГО СУШІННЯ ТОНКИХ ПИЛО- І ЛИСТОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Наводяться рівняння, отримані на основі сучасної теорії сушіння тіл.

Doc. I.M. Ozarkiv – USUFWT

The general kriterial method of time of thin lumber and sheet shaped materials

Equations, obtained on the present day theory of drying have been presented.

У сучасній спеціальній технічній літературі пропонуються різні методи визначення тривалості сушіння для різних матеріалів з деревини. При цьому, деякі з них базуються на експериментальних даних, а тому носять частіше емпіричний характер і можуть лише використовуватися для умов, при яких були вони отримані.

Необхідно зазначити, що для отримання формул тривалості сушіння використовують теорію тепломасообміну та тепломасопереносу, закони термодинаміки незворотних процесів і т. п.

Розв'язок таких задач навіть для відносно простих формул тіла (необмеженої пластини, необмеженого циліндра, кулі) створює значні математичні труднощі, а самі формули мають дуже складний характер, які практично неможливо використовувати для технічних цілей у виробничих умовах [1, 2]. Тому, щоб використати ці формули, в них вносять різні допущення і спрощення, в зв'язку з чим запропоновані формули розрахунку тривалості сушіння деревини є приблизними і з певною точністю описують характер фактичної кривої сушіння.

Реальні тіла (чорнові мебелі заготовки, тарна дощечка, лущений та струганий шпону), що піддаються сушінню, мають форму, згідно з якою перенесення тепла і маси (вологи) відбувається в трьох напрямках. Тому, диференціальне рівняння перенесення вологи для тривимірної пластини має вигляд: