

Табл. 3. Результати двофакторного дисперсійного аналізу

Вплив факторів	F_p	F_{kp}	Висновки
1) ступінь спресування ε_0 (у радіальному напрямку)	40,6	2,77	Вплив значущий
2) додаткова обробка	10,8	4,01	Вплив значущий
3) взаємодія факторів	0,56	2,77	Вплив незначущий

Висновки.

1. Сорткування заготовок за щільністю сприятиме раціональному використанню деревинної сировини і підвищенню ефективності процесу пресування.

2. Одержана на основі експериментальних даних математична модель адекватно описує залежність статичної торцевої твердості від початкової щільності деревини та ступеня спресування і може бути використана для удосконалення термомеханічного способу модифікування деревини.

Література

1. Бехта П. А. Технологія деревинних композиційних матеріалів: Навч. посібн. – К.: ІЗИН, 1997. – 236 с.
2. Хухрянский П. Н.. Прессование древесины. – М.: Лесн. пром-сть, 1964. – 350 с.
3. Вінтонів І.С., Сопушинський І., Тайшінгер А.. Деревинознавство/ Навч. посібн. – Львів: РВВ УкрДЛТУ, 2005. – 256 с.
4. ГОСТ 164830–89. Древесина. Общие требования к физико-механическим испытаниям. Введ 01. 07. 90. – М.: Изд-во стандартов. 1989. – 12 с.
5. ГОСТ 24329-80. Древесина модифицированная. Способы модифицирования. – Введ. 01.07.1981. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 7 с.
6. Лапач С. Н., Чубенко А. В., Бабич П. Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel. – К.: МОРИОН, 2001. - 408 с.

УДК.674.067

*Доц. Й.В. Андрашек, канд. техн. наук – НЛТУ України;
О.В. Кречун – Житомирський технологічний коледж*

УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ ДЕРЕВИНИ З ОТРИМАННЯМ ТЕПЛА

Зроблено класифікацію та аналіз різних енергетичних комплексів для утилізації деревних відходів з метою одержання тепла. Запропоновано практичні рекомендації з вибору обладнання різних фірм для підприємств з різними відходами та потужністю виробництва.

*Doc. J.V. Andrashek - NUFWT of Ukraine;
O.V. Krechun – Zhytomyrskij technical of forestry college*

Utilization of wastes of wood is with receipt of heat

Classification and analysis of different power complexes is done for utilization of woodwastes with the purpose of receipt of heat. Practical recommendations are offered from the choice of this equipment of different firms for enterprises with different wastes and power of production.

У загальному обсязі енергозабезпечення європейських країн кількість енергії, що отримується з деревини, сягає 5 %, у деяких країнах (Фінляндії, Швеції, Португалії) – 16 %, у країнах колишнього СРСР - 0,8 %. В Україні отримання тепла з деревини не отримало належного розвитку, бо, навіть, на ча-

стині деревообробних підприємств основним джерелом тепла залишається природний газ.

На будь-якому деревообробному чи меблевому виробництві утворюється певна кількість деревних відходів у вигляді тирси, стружки, кускових відходів.

Наприклад, при розпилюванні колод утворюється 35 % відходів від об'єму переробки деревини, при виробництві дверних та віконних блоків – 31 %, при виробництві паркету - 30 %, при виробництві меблів – 54 %, в ремонтно-експлуатаційних роботах на будовах і спорудах - 33 %.

Найбільш доцільно, на думку науковців, вважається спалювання деревних відходів з метою отримання тепла, що значно скорочує витрати на закупівлю енергоносіїв. Адже теплотворна здатність деревини майже рівноцінна теплотворній здатності бурого вугілля. Цю задачу оптимально вирішує енергетичний комплекс автоматичного спалювання деревних відходів. Він складається з автоматичної системи спалювання (СС) тирси та стружки і відповідного водяного або парового котла (рис.1).

Комплект СС складається з бункера, куди засипаються відходи, шнекового механізму подачі палива, керованого автоматикою, та газогенератора, де проходить процес піролізу деревини.

Таким чином, утворений потужний факел вогню поступає з газогенератора в топку котла. Автоматика контролює і підтримує задану температуру теплоносія (вода або пара) на виході з котла.

У залежності від потужності СС мають різні розміри і відповідний рівень механізації та автоматизації. В автоматичному режимі відбувається утворення газів з відходів деревини вологістю 30-50 %: тирса, стружка, кора, кускові відходи розміром до 30 мм. Газоутворення відходів відбувається під впливом високої температури газогенератора (до 1200 °С).

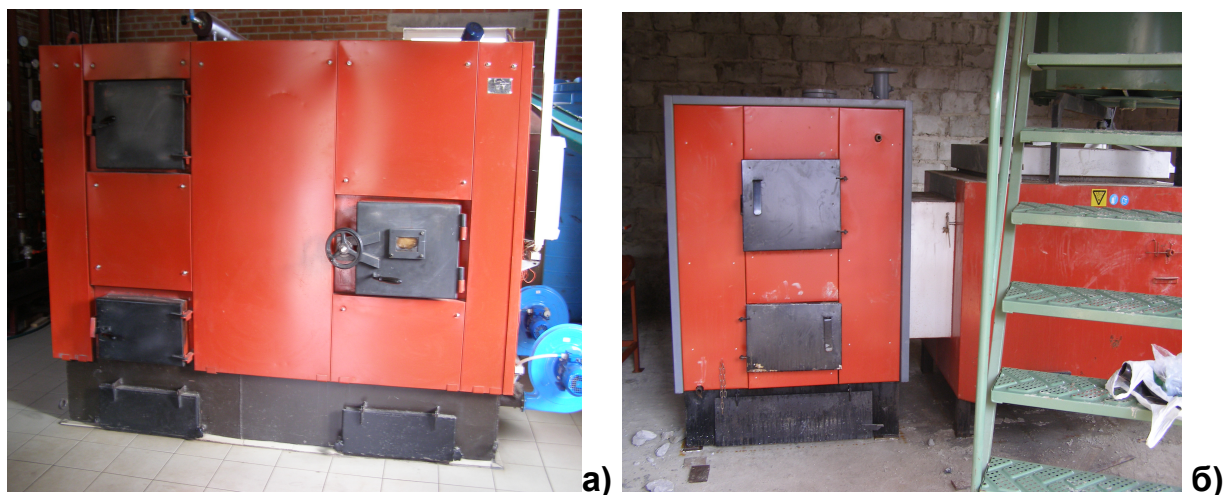


Рис. 1. Енергетичний комплекс автоматичного спалювання деревних відходів: а) котел; б) система спалювання - котел і спалювач

Водночас вирішуються екологічні проблеми утилізації відходів. Відходи деревини не мають у своєму складі сполук сірки та хлору, а вміст сполук азоту у 100-150 разів нижчий, ніж у природних копалинах. Тому концентрація шкідливих речовин у викидах в повітря значно нижча, ніж при ін. видах палива.



Рис. 2. Труба викидів шкідливих речовин

Хімічний склад газу, що утворюється у газогенераторі: CO_2 - 11,06 %; O_2 - 5,7 %; CO - 15,7 %; CH_4 - 7,44 %; H_2 - 3,85 %; C_nH_n - 0,11 %; N_2 - 56,44 %; смоли - 0,001 г/100 мм³. У викидах в атмосферу, що утворюються в процесі спалювання газу міститься CO_2 - 7,9 %; O_2 - 13,1 %; оксиду вуглецю, метану, ненасичених вуглеводнів і кольору не мають. У процесі повного згорання тверді частинки у вигляді попелу практично не утворюються.

У Європейських країнах СС широко використовуються упродовж останніх 20 років. Перелік Європейських виробників СС перевищує 4 десятки. Проведений маркетинг показав, що виходячи із показника ціна-якість найбільш оптимальними енергетичними комплексами можна вважати:

- комплекси «Металіст» (рис. 3);
- поєднання спалювача фірми «Хамек» і котла фірми «Металіст»;
- енергетичний комплекс фірми «Хамек» (рис. 4);
- системи спалення «Юнівекс» (рис. 5) і «Крігер».



Рис. 3. Система спалювання фірми «Металіст»

Одночасно зі спалюванням стружки та тирси можливо спалювати кускові відходи довжиною до 0,5-0,6 м безпосередньо у топці котла.



Рис. 4. Система спалювання фірми «Хамек»

У цьому випадку тепло від спалювання таких кускових відходів використовується як базове, а автоматика відповідно зменшує або навіть припиняє подачу стружки, підтримуючи задану температуру теплоносія. Спалювання таких кускових відходів деревини (вугілля, коксу) у топці котла рекомендується для підтримання температури при тимчасовій відсутності електроенергії чи стружки, або ж при необхідності підняття потужності котла.

Значення максимальних теплових потужностей АСС в залежності від вологості палива (табл. 1).

Використання СС на деревообробних підприємствах суттєво економить енергоносії (газ, електроенергію, тощо). Наприклад, СС потужністю 100 кВт достатньо для обігріву: виробничих приміщень площею 700 м² при їх висоті 3,5 м або 3-х вакуумних сушильних камер об'ємом 30 м³. В умовах експериментального деревообробного виробництва у Львові СС потужністю 100 кВт відпрацювала безаварійно понад 4 роки, обігріває 600 м² виробничих приміщень і дві вакуумні сушильні камери об'ємом 15 м³ і 6 м³. При цьому інші енергоносії для обігріву не використовувались, фактичний витрата електроенергії при сушінні пиломатеріалів 1,5-2 кВт·год/м³.



Рис. 5. Система спалювання фірми «Юнівекс»

Табл. 1. Значення максимальних теплових потужностей АСС в залежності від вологості палива

Назва виробника АСС	Вологість, %	Потужність, кВт		
		250 (200)	750, 700, 800	1500
Металіст (сухі відходи) (250;700;1500)	10	350	780	1600
	20	280	730	1540
	30	240	680	1420
	40	0	0	0
	50	0	0	0
	60	0	0	0
	70	0	0	0
«Крігер» (250;700;1500)	10	270	660	1300
	20	330	750	1500
	30	400	890	1780
	40	400	920	1800
	50	380	890	1820
	60	310	750	1400
	70	180	300	300
Юнібекс (200;800;1500)	10	220	750	1200
	20	260	780	1380
	30	320	850	1600
	40	400	900	1800
	50	260	770	1750
	60	220	450	1600
	70	180	300	300
Металіст (60/40) (250;700;1500)	10	310	740	1600
	20	250	690	1540
	30	210	640	1420
	40	210	605	1430
	50	205	600	1420
	60	195	570	1400
	70	180	490	1310
Хамек (250;750;1500)	10	0	0	0
	20	0	0	0
	30	210	680	1420
	40	260	760	1530
	50	260	760	1540
	60	250	710	1400
	70	220	690	1310

На графіках (рис. 6) представлені характеристики систем спалювання вище наведених фірм.

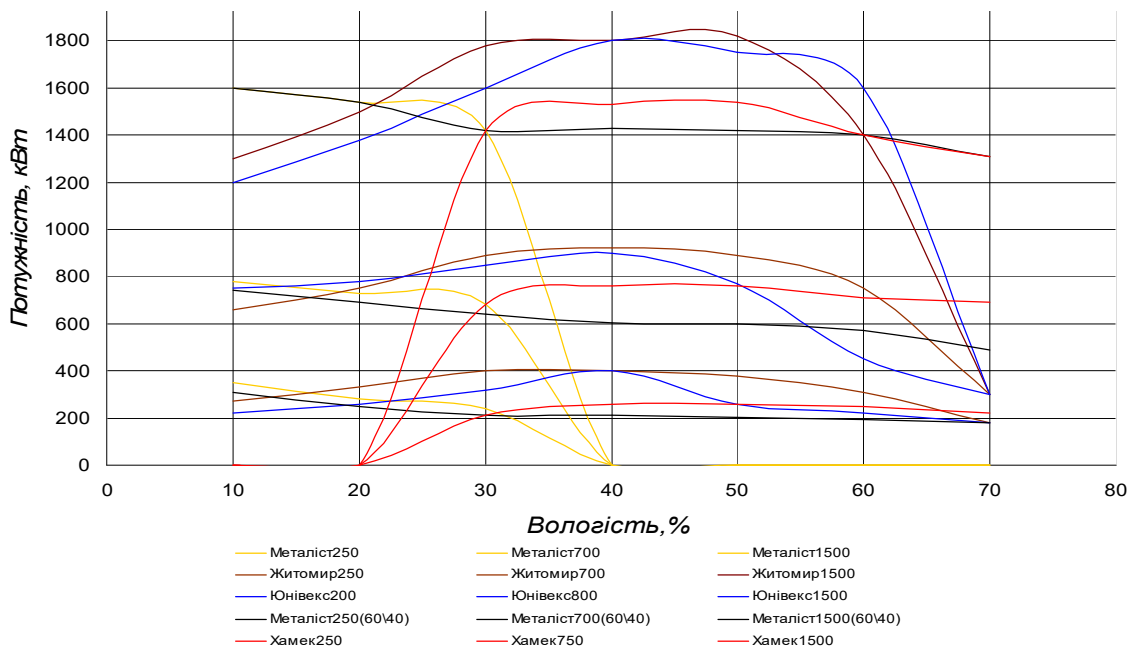


Рис. 6. Залежність максимальної теплової потужності АСС від вологи палива

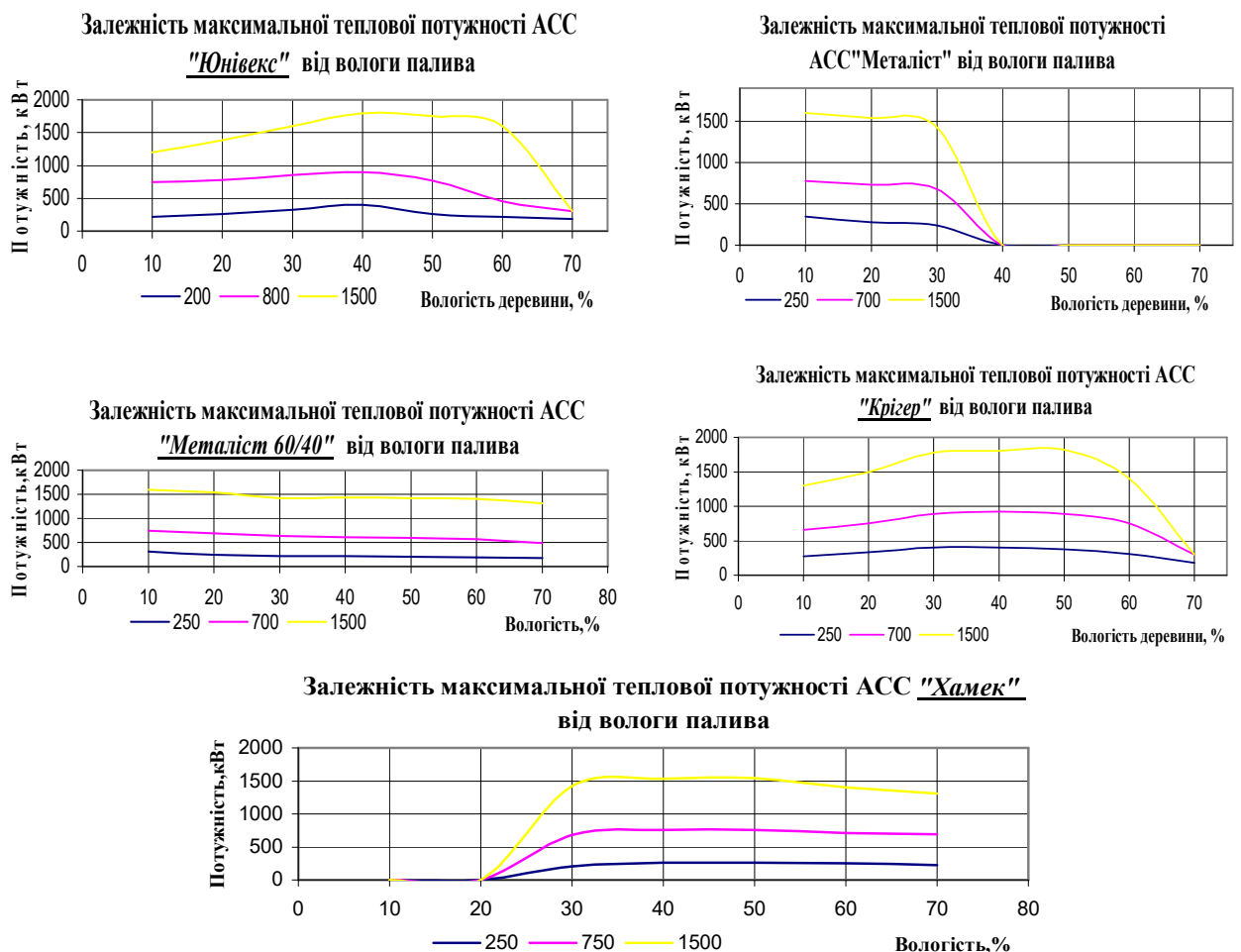


Рис. 7. Характеристика теплової потужності АСС різних фірм

Примітка: графічні дані (рис. 6 та рис. 7) отримані за результатами виробничих експериментальних випробовувань котельних установок фірм: «Юнівекс», «Крігер», «Хамек», «Металіст» на наступних підприємствах: ТЗОВ «Сіріон» м. Стрий; ТЗОВ «Темп» м. Болехів; ТЗОВ «Добробут-Стиль» м. Ковель; ТЗОВ «Верес» м. Ковель; ПП «Мельник» м. Луцьк; ТЗОВ «Авторембуд» м. Чернівці; ПП Гринишин смт. Андрушівка; СП «Факро» м. Львів.

Із характеристик залежностей можна зробити наступні висновки:

• Ефективна робота систем спалювання фірми «Металіст» досягається при спаленні сухих відходів столярних виробництв, або при змішуванні сухої стружки і сирої тирси у співвідношенні 60:40 %. Ефективна робота систем спалювання фірми «Хамек» має місце при вологості відходів від 30 % і вище. При спалюванні відходів вологістю менше 20 % є велика імовірність частого спрацьовування системи пожежегасіння, що в значній мірі затрудняє роботу системи. Агрегати «Юнівекс», в яких система спалювання не відокремлюється окремим агрегатом, а є складовою частиною енергетичного комплексу, дозволяє спалювати відходи вологістю до 50-55 %, тобто співвідношення сухих і мокрих відходів повинно бути хоча би у відношенні 12:88 %.

Висновки.

Виходячи з проведених в роботі досліджень, можна зробити наступні висновки:

1. Для підприємств, які мають в достатній кількості сухих відходів деревообробних виробництв (тирса, стружка), з точки зору цінових і якісних критеріїв котельні доцільно обладнувати відносно не дорогим обладнанням фірми «Металіст».
2. Для лісопильних виробництв, які мають лише сирі відходи у вигляді тирси і кускові відходи, доцільно застосовувати комплекси фірми «Хамек», або з метою мінімізації капіталовкладень використовувати комбінацію: спалювач фірми «Хамек» і котел «Металіст».
3. Для підприємств, які мають в достатній кількості відходи лісопиляння (сирі) і відходи деревообробки (сухі) доцільно рекомендувати енергетичний комплекс «Крігер» або «Юнівекс». З точки зору цінової політики житомирський комплекс дещо дешевший, але в надійності роботи і теплової ефективності перевагу необхідно надавати комплексу «Юнівекс».

Література

1. Богданов Е.С., Козлос В.А., Кунтыш В.Б. и др. Справочник по сушке древесины. - М.: Лесн. пром-сть, 1990. - 303 с.
2. **Проспекти та технічні паспорти** котельного обладнання фірми «Хамек», Польща, 2004 р.
3. **Проспекти та технічні паспорти** котельного обладнання фірми «Юнівекс», Польща, 2005 р.
4. **Проспекти та технічні паспорти** котельного обладнання фірми «Крігер», Житомир, 2006 р.
5. **Проспекти та технічні паспорти** котельного обладнання фірми «Металіст», Львів, 2003 р.
6. Гайда С.В. Матеріали для виготовлення виробів з деревини. – Львів:ВМС.– 2000.– 160 с.
7. Гайда С.В. Рациональное конструирование виробів з деревини. – Львів:ВМС. – 2001. – 93 с.
8. Гайда С.В., Кшивецький Б.Я., Войтович І.Г. Прокопович Б.В. Тлумачний словник з деревооброблення. – Львів: НЛТУ України. – 2002. – 280 р.
9. Гайда С.В. Гнучкі автоматизовані виробництва та робототехніка в деревообробці: Основи робототехніки. – Львів: ВМС. – 1998, – 145 с.
10. Гайда С.В. Особливості та перспективи роботизації меблевої промисловості України / Науковий вісник УкрДЛТУ / наук.-техн. зб. – Львів: УкрДЛТУ. – 2002, вип. 12.5 – С. 38-40.
11. Гайда С.В. Основи створення гнучких автоматизованих виробництв. – 1998. – 149 с.
12. Гайда С.В. Особливості розрахунку корпусних виробів на міцність / Науковий вісник УкрДЛТУ / наук.-техн. зб. – Львів: УкрДЛТУ. – 2000, вип. 10.2 – С. 150-154.
13. Гайда С.В. Визначення стійкості та міцності вертикальних стінок корпусних меблевих виробів / Науковий вісник УкрДЛТУ. – Львів: УкрДЛТУ. – 2000, вип. 10.3 – С. 127-129.
14. Гайда С.В. Проблеми та перспективи роботизації меблевої промисловості / Науковий вісник УкрДЛТУ / наук.-техн. зб. – Львів: УкрДЛТУ. – 1999, вип. 9.5. – С. 192-195.
15. Гайда С.В., Кшивецький Б.Я. Техніко-економічні характеристики деревообробної фабрики майбутнього / Науковий вісник УкрДЛТУ. – Львів. – 1999, вип. 9.3 – С. 83-85.
16. Гайда С.В., Никитюк Л.О. До питання застосування екстрагованої деревини для плитного виробництв / Науковий вісник УкрДЛТУ. – Львів. – 1998, вип. 8 – С. 75-77.
17. Гайда С.В. Гнучкі виробничі модулі для виготовлення гратчастих меблевих виробів / Науковий вісник УкрДЛТУ / наук.-техн. зб. – Львів: УкрДЛТУ. – 2003, вип. 13.2. – С. 120-122.
18. Гайда С.В. Інтегровані технології меблевого виробництва / Науковий вісник УкрДЛТУ / наук.-техн. зб. – Львів: УкрДЛТУ. – 2004, вип. 14.4 – С. 118-121.