

Корисна модель належить до деревообробної промисловості, зокрема до технологій виготовлення деревинних композитів (стружкових плит, стружкових плит з орієнтованою стружкою (OSB), волокнистих плит, деревинно-полімерних плит тощо) з пониженою щільністю, і може бути використана у виробництві будівельних, теплоізоляційних та меблевих плитних матеріалів, товарів побутового або промислового призначення тощо.

Стружкові плити (СП) є одним із основних деревинних композитів у світовій торгівлі. В останні роки світовий попит і виробництво СП зросло завдяки таким факторам, як відносно низька вартість, задовільні фізико-механічні властивості, високий попит на деревинні композити та наявність великої кількості сировини. На сьогодні для виготовлення деревинних композитів традиційною сировиною є деревина.

Клей і деревинна стружка є двома основними компонентами СП. Вартість використаної сировини, а саме клею та деревинної стружки, становить більшу частину вартості кінцевих СП. Загальна вартість матеріалів становить 40-60 % від загальної собівартості продукції. Інші основні компоненти витрат, такі як енергія, робоча сила та витрати на обробку СП, становлять близько 15-20 %, 5-20 % і 25-30 % відповідно. Деревинна стружка є другим найдорожчим компонентом після клею у виробництві СП, на який припадає приблизно 20 % загальних виробничих витрат. Таким чином, незаперечним є той факт, що вартість матеріалів, яка включає вартість клею та деревинної стружки, часто становить більше половини загальної вартості виробництва. Однак, якщо ціни на деревинну сировину за останні роки зросли, то орієнтовна ціна сільськогосподарських відходів принаймні на 50 % нижча, ніж ціна деревинної стружки. Як наслідок, заміна деревинної стружки альтернативною, недеревною сировиною може призвести до значної економії коштів.

Оптимізація доступної деревинної та лігноцелюлозної сировини, а також пошук альтернативної природної сировини, отриманої з відновлюваних сільськогосподарських відходів або однорічних рослин, для заміни деревини у виробництві СП є життєздатною стратегією для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище та підвищення ресурсоефективності деревообробної промисловості. Сільськогосподарські відходи – це величезний пул невикористаних ресурсів біомаси. Таким чином, незважаючи на те, що деревина залишається традиційною сировиною для виробництва СП, волокна сільськогосподарських відходів і однорічних рослин стають популярними для виробництва композитних панелей з метою сталого управління лісами.

Щільність традиційних СП зазвичай становить 600-750 кг/м³. Згідно зі стандартом CEN/TS 16368:2014, легкими вважають плити зі щільністю менше ніж 600 кг/м³. Легкі СП мають низку переваг для виробників, дизайнерів та кінцевих користувачів порівняно зі стандартними плитами. Їх використання розширює можливості інтер'єрного проєктування (застосування масивніших елементів, зниження навантаження під час монтажу), спрощує монтаж і обробку, полегшує транспортування та механічну обробку, а також дозволяє зменшити витрати на перевезення та сировину. Вага матеріалу є третім за значущістю критерієм для споживачів під час вибору меблів - після дизайну та вартості. Одним із важливих підходів до зниження щільності деревних плит є використання сировини з однорічних та багаторічних рослин, а також поєднання деревини з волокнистими рослинними матеріалами сільськогосподарського походження.

Таким чином, одним із напрямів зниження витрат деревини у виробництві СП та зниження їх щільності є використання сільськогосподарських відходів та однорічних рослин.

Одним із таких відходів сільського господарства, який може замінити деревину, є стебла соняшника (*Helianthus annuus* L.), побічний продукт вирощування соняшника. Соняшник є четвертим за величиною джерелом насіння олійних культур у всьому світі з понад 25 мільйонами гектарів обробленої землі. Підраховано, що з кожного гектара зібраного соняшнику можна отримати 3-7 тон сухої біомаси, включаючи головки рослин і стебла. Обсяги його вирощування щорічно збільшуються на 10-20 % у зв'язку зі збільшенням потреб у виробництві рослинної олії, що призводить до значного збільшення накопичення стебла соняшнику. За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН, у 2023 році у всьому світі було зібрано приблизно 58 574 867 тон насіння соняшника, з яких близько 42 162 800 тон (72 % світового виробництва) було вироблено в Європі та приблизно 12 759 690 тон (22 % світового виробництва і 30 % європейського виробництва) в Україні.

Однією з однорічних рослин, яка може замінити деревину, є стебла міскантуса (*Miscanthus sinensis* giganteus). Міскантус, як рід рослин, що включає багаторічну деревну кореневищну траву, схожу на бамбук, походить з тропічних і субтропічних регіонів Азії та Південно-Східної Африки. Рослина має звичайну висоту від 1,5 до 4 м, а окремі види можуть навіть досягати висоти до 6-7 м, діаметр стебла - від 1 до 2 см. За хімічним складом міскантус з вмістом приблизно 38 % целюлози, 17 % лігніну та 21 % геміцелюлози є близьким до деревини. З площею вирощування в Європі близько 40 000 га, товстостебловий вузлуватий деревний міскантус з врожайністю сухої маси до 40 т/га може бути дуже привабливим ресурсом у виробництві деревинних композитів. Тому можна припустити, що міскантус є ресурсом, придатним для деревинних композитів, який демонструє прийнятні експлуатаційні характеристики.

Відомий спосіб виготовлення стружкових плит із використанням соломи, який включає операції приготування стружки, сушіння стружки, змішування стружки з клеєм, формування і підпресування стружкового килима, пресування плит, згідно з яким зовнішні шари плит формуються із деревинних частинок, а внутрішній шар - з деревинних частинок з додаванням до них до 20 % частинок із пшеничної соломи, а як клей застосовано карбамідоформальдегідну смолу [1]. Недоліком відомого способу є незадовільна міцність склеювання і невисокий вміст використання солом'яних частинок (до 20 %) внаслідок поганого їх склеювання карбамідоформальдегідними клеями.

Відомий спосіб виготовлення тришарових стружкових плит щільністю 700 кг/м³ із суміші частинок стебел соняшника та сосни у різних співвідношеннях частинок стебел соняшника до частинок деревини сосни 100:0, 25:75, 50:50, 75:25 та 0:100, склеєних карбамідо-формальдегідним клеєм [2]. Недоліком відомого способу є висока щільність плит, що збільшує вагу матеріалу і ускладнює роботу з ним, а також його транспортування.

Відомий спосіб виготовлення одношарових стружкових плит цільовою щільністю 600 кг/м³ з частинок міскантуса, з використанням метилендифенілдіоціанату (MDI) як клею [3]. Недоліком відомого способу є висока щільність плит, що збільшує вагу матеріалу і ускладнює роботу з ним, а також його транспортування; використання дорогого ізоціанатного клею (MDI) і високий його вміст (4 і 6 %), низькі механічні властивості порівняно з деревиною, що сукупно призводить до здорожчання готової продукції.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалити спосіб виготовлення легких стружкових плит шляхом раціонального використання частинок зі стебел соняшника та міскантуса у структурі плити з метою зниження її щільності та покращення експлуатаційних властивостей. Крім цього, завдяки тому, що в способі виготовлення легких стружкових плит частина деревинної стружки замінюється на частинки соняшника та міскантуса, розширюється сировинна база для виробництва плит, економиться цінна деревинна сировина, зменшується собівартість готових композитів.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі виготовлення легких стружкових плит щільністю 550 кг/м³ із використанням стебел соняшника та міскантуса, який включає операції виготовлення деревинних частинок і частинок соняшника та міскантуса у вигляді стружки, сушіння стружки, змішування стружки з клеєм, формування стружкового килима, його підпресування та пресування, згідно з корисною моделлю, стружковий килим формують тришаровим, при цьому два зовнішні шари формують із деревинної стружки, а внутрішній шар формують шляхом змішування частинок соняшника з частинками міскантуса за масового співвідношення частинок соняшника до частинок міскантуса, вибраного з ряду: 75:25 %, 50:50 % або 25:75 %, а як клей використовується карбамідо-формальдегідна смола.

Спосіб виготовлення легких стружкових плит щільністю 550 кг/м³ із використанням стебел соняшника та міскантуса здійснюють наступним чином.

Деревинну сировину та стебла соняшника та міскантуса подрібнюють для виготовлення деревинної стружки і частинок соняшника та міскантуса і висушують. Висушені деревинну стружку і частинки соняшника та міскантуса подають на операцію змішування. В процесі перемішування на частинки наноситься карбамідо-формальдегідний клей. Після змішування з клеєм формується тришаровий стружковий килим, при цьому два зовнішні шари формують із деревинної стружки, а внутрішній шар формують шляхом змішування частинок соняшника з частинками міскантуса за масового співвідношення частинок соняшника до частинок міскантуса, вибраного з ряду: 75:25 %, 50:50 % або 25:75 %. Співвідношення між зовнішніми та внутрішнім шарами становить 33:67 %. Сформований килим підпресовується і подається на операцію пресування плит. Пресування плит здійснюють під тиском 2,5 МПа і температурі 190 °С.

Додатково для порівняльної оцінки властивостей були виготовлені контрольні зразки із співвідношенням 100:0 % та 0:100 %, які не входять до обсягу правової охорони заявленої корисної моделі.

З пресованих плит вирізали зразки для механічних випробувань. Визначали міцність під час статичного згинання (згідно з ДСТУ EN 310: 1993), модуль пружності під час статичного згинання (згідно з ДСТУ EN 310: 1993), міцність при розтягуванні перпендикулярно до площини плити (згідно з ДСТУ EN 319: 1993). Значення визначених показників порівнювали з вимогами міжнародних стандартів на легкі стружкові плити (EN 16368 і ANSI A208.1). Механічні показники отриманих плит наведено в Таблиці 1.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика механічних властивостей отриманих легких плит із вимогами стандартів

Показник	Співвідношення частинок соняшника до частинок міскантуса	Запропонований спосіб	Плити з 100 % деревинної стружки	Вимоги згідно з EN 16368		Вимоги згідно з ANSI A208.1	
				тип LP1	тип LP2	тип LD-1	тип LD-2
Межа міцності при статичному згинанні, МПа	100:0	8,1	8,0	4,0	8,0	3,0	5,0
	75:25	8,2					
	50:50	8,8					
	25:75	8,4					
	0:100	7,8					
Модуль пружності, МПа	100:0	1853	1650	550	1000	550	1025
	75:25	1709					
	50:50	1751					
	25:75	1843					
	0:100	1772					
Межа міцності при розтягуванні перпендикулярно до площини плити, МПа	100:0	0,41	0,34	0,28	0,40	0,10	0,15
	75:25	0,40					
	50:50	0,41					
	25:75	0,42					
	0:100	0,40					

Отримані легкі тришарові стружкові плити з формуванням внутрішнього шару змішуванням частинок соняшника з частинками міскантуса за масового співвідношення частинок соняшника до частинок міскантуса, вибраного з ряду: 75:25 %, 50:50 % або 25:75 %, характеризуються вищими показниками механічних властивостей порівняно з стандартними вимогами на легкі плити, а також з плитами повністю виготовленими з деревинної стружки.

Плити, виготовлені з вмістом частинок міскантуса 50 і 75 % у внутрішньому шарі, характеризуються найвищими показниками міцності при статичному згинанні, модуля пружності та міцності при розтягу перпендикулярно до площини плити. За всіма показниками, виготовлені плити відповідають вимогам для плит типу LP1 і LP2 (за винятком плит з 100 % вмістом частинок міскантуса) згідно з EN 16368 та LD-1 і LD-2 згідно з ANSI A208.1.

Високі значення міцності при розтягу перпендикулярно до площини плити (0,40-0,42 МПа) для плит з внутрішнім шаром сформованим з частинок соняшника і міскантуса порівняно з плитами з деревинної стружки (0,34 МПа) свідчать про те, що частинки соняшника краще склеюються з частинками міскантуса, ніж деревинні частинки між собою. Плити з внутрішнім шаром сформованим тільки з частинок соняшника демонструють вищі значення механічних показників порівняно з плитами, внутрішній шар яких сформований тільки з частинок міскантуса. До того ж, плити з внутрішнім шаром сформованим тільки з частинок соняшника або частинок міскантуса забезпечують вищі значення механічних показників, ніж плити з внутрішнім шаром з деревинних частинок. Через це, зовнішній шар рекомендується формувати з деревинних частинок, а внутрішній - з суміші частинок соняшника та міскантуса за співвідношення частинок соняшника до частинок міскантуса як 50:50 % або 25:75 %.

Перевагою корисної моделі є те, що відповідні корисній моделі легкі стружкові плити мають невелику вагу, але попри це зберігають достатню механічну стабільність. Крім цього, процес виготовлення відповідних корисній моделі легких стружкових плит є нескладним; немає потреби в переоснащенні існуючих установок для виготовлення відповідних корисній моделі легких плит. Заявлений спосіб може бути реалізований у промислових умовах із використанням стандартного обладнання для виготовлення стружкових плит та є придатним для серійного виробництва.

Отже, запропонований спосіб виготовлення легких стружкових плит дає змогу розширити сировинну базу для їх виготовлення завдяки залученню відходів сільського господарства та однорічних рослин, а саме стебел соняшника та міскантуса, зменшити собівартість готових плит і, відповідно, економити цінну деревинну сировину, що є надзвичайно актуальним для малолісистих регіонів України. Ще однією з переваг використання соняшника та стебел міскантуса є те, що це є дешевий і щорічно відновлюваний вид сировини.

Джерела інформації:

1. Патент на корисну модель № 21441, Україна, МПК В27N 3/00. Спосіб виготовлення стружкових плит / Бехта П.А., Салабай Р.Г. - Номер заявки u200610411; заявл. 02.10.06; опубл. 15.03.07, Бюл. № 3.
2. Cengiz Guler, Ibrahim Bektas, Hulya Kalaycioglu. The experimental particleboard manufacture from sunflower stalks (*Helianthus annuus* L.) and Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.). *Forest Products Journal*, 2006. - 56(4). - 56-60.
3. Petr Klímek, Rupert Wimmer, Peter Meinschmidt, Jozef Kúdela. Utilizing *Miscanthus* stalks as raw material for particleboards. *Industrial Crops and Products*, 2018. - 111. - 270-276. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.10.032>.