

Корисна модель стосується стружкових плит і може бути використана у деревообробній промисловості.

У світовому виробництві деревинних композиційних матеріалів все ще домінують стружкові плити. У 2023 р. у світі вироблено 116,6 млн. м³ стружкових плит. Стружкові плити залишаються одними з найпопулярніших деревинних композитів, які широко використовуються у різних сферах діяльності людини. Клей і деревинна стружка є двома основними компонентами стружкових плит. Вартість використаної сировини, а саме клею та деревинної стружки, становить більшу частину вартості стружкових плит. Загальна вартість матеріалів становить 40-60 % від загальної собівартості продукції. Вартість клею становить приблизно 30-50 % матеріальних витрат, при цьому плити містять лише 2-14 % клею в перерахунку на кількість, пов'язану із сухою масою деревини. Навіть за таких низьких концентрацій вартість клею є головним фактором, що впливає на кінцеву вартість плит. Таким чином, невеликі зміни кількості клею або його вартості суттєво впливають на загальну ціну плит.

В даний час приблизно 95 % від загальної кількості клеїв, що використовуються для виготовлення деревинних композитів, становлять смоли на основі формальдегіду. Попри низку переваг, основним недоліком цих клеїв є виділення летких органічних сполук та формальдегіду з готових плит, особливо при застосуванні всередині приміщень, що спричиняє негативний вплив на здоров'я людини.

Одним з найсучасніших рішень проблеми зменшення виділення формальдегіду є використання біологічних клеїв без формальдегіду, які суттєво не збільшують виробничі витрати плит і водночас зберігають їх експлуатаційні властивості. Продукти на основі лігніну, в тому числі лігносульфонати, є однією з найперспективніших екологічних альтернатив традиційним формальдегідним клейовим системам, що використовуються в деревообробній промисловості. Технічні лігносульфонати є побічними продуктами виробництва целюлози.

Відомо про виготовлення волокнистих плит середньої щільності (MDF), для виготовлення яких як клей використовувався лігносульфонат магнію за вмісту 15 % [1]. Плити показали цілком задовільні механічні властивості, такі як міцність при згинанні та модуль пружності, які були вищими за мінімально необхідні для стружкових плит для внутрішнього оздоблення для використання в сухих умовах (тип P2) згідно зі стандартом ДСТУ EN 312:2010. Примітно, що виготовлені екологічно чисті плити мали "майже нульовий" рівень викидів формальдегіду. Недоліком цього способу було те, що для забезпечення задовільних механічних показників плити личкували буковим шпоном, який приклеювали до поверхні плит також лігносульфонатом магнію.

Відомо про виготовлення волокнистих плит високої щільності (HDF), для виготовлення яких використано низьку витрату (3 %) карбамідо-формальдегідного клею (UF) та лігносульфонат амонію за вмісту від 6 до 10 % (від маси сухих волокон) [2]. HDF плити продемонстрували задовільні фізичні та механічні властивості, повністю відповідаючи стандартним вимогам HDF для використання в несучих застосуваннях у вологих умовах.

Відомо про використання лігносульфонатів магнію та натрію у виробництві стружкових плит, як у чистому вигляді, так і в сумішах з карбамідо-формальдегідною (UF) смолою [3]. Вміст лігносульфонатів змінювався від 0 до 100 %. Стружкові плити за вмісту лігносульфонатів в UF смолі до 30 % демонстрували властивості подібні з властивостями плит, виготовлених тільки з UF клеєм. Для покращення механічних властивостей використовувалася полімерна 4,4'-дифенілметандіізоціанатна (pMDI) смола. Окрім низьких механічних показників плит, недоліком було також те, що заміна UF смоли на обидва типи лігносульфонатів суттєво погіршила водопоглинання та набрякання плит за товщиною.

В основу корисної моделі поставлено задачу створити спосіб виготовлення стружкових плит із лігносульфонатів, в якому завдяки тому, що частина синтетичної формальдегідної смоли замінюється на лігносульфонати, розширюється сировинна база для приготування клеїв, зменшується вартість клею і відповідно собівартість стружкових плит, покращуються екологічні показники плит.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі виготовлення стружкових плит із використанням лігносульфонатів, який включає операції виготовлення деревинних частинок (стружки), сушіння стружки, приготування клею, змішування стружки з клеєм, формування і підпресування килима, пресування плит, згідно з корисною моделлю, для приготування клею використовують суміш меламіно-карбамідо-формальдегідної (MUF) смоли та 50 %-ного водного розчину лігносульфонату натрію або лігносульфонату магнію при співвідношенні смола: лігносульфонат від 90:10 до 70:30 мас. ч.

Спосіб виготовлення стружкових плит із використанням лігносульфонатів здійснюють наступним чином.

Виробляють деревинну стружку та висушують її. Для приготування клею використовують меламіно-карбамідо-формальдегідну (MUF) смолу, парафінову емульсію, карбамід, сульфату амонію. Для заміни частини смоли використовують водний розчин (з робочою концентрацією 50 %) лігносульфонату магнію (MgЛС) або лігносульфонату натрію (NaЛС). Для приготування клею використовують суміш меламіно-карбамідо-формальдегідної (MUF) смоли та 50 %-ного водного розчину лігносульфонату натрію або лігносульфонату магнію при співвідношенні смола:

лігносульфонат від 90:10 до 70:30 мас. ч. (Таблиця 1). Клей готують шляхом перемішування всіх складових компонентів клею. Висушені деревинну стружку і приготований клей подають на операцію змішування. Після змішування з клеєм формується стружковий килим. Сформований килим підпресовується і подається на операцію пресування плит. Пресування плит здійснюють під тиском 2,5 МПа і температурі 200 °С.

Таблиця 1

Співвідношення смоли і лігносульфонатів

Тип клею	Частка MUF смоли (%)	Частка NaЛС (%)	Частка MgЛС (%)
MUF	100	0	0
MUF+NaЛС	90	10	0
	80	20	0
	70	30	0
MUF+MgЛС	90	0	10
	80	0	20
	70	0	30

Для кожної клейової рецептури вимірювалися такі властивості: вміст сухих речовин, динамічна в'язкість, час гелеутворення та рН.

З пресованих плит вирізали зразки для фізико-механічних випробувань. Визначали міцність під час статичного згинання (згідно ДСТУ EN 310: 1993), модуль пружності під час статичного згинання (згідно ДСТУ EN 310: 1993), міцність при розтягуванні перпендикулярно до площини плити інакше як "міцність склеювання" (згідно ДСТУ EN 319: 1993), набрякання за товщиною (згідно ДСТУ EN 317:1996). Значення визначених показників порівнювали з вимогами державного стандарту на стружкові плити (ДСТУ EN 312: 2010).

Властивості клейових композицій з додаванням лігносульфонатів наведено в Таблиці 2. Для порівняння вибрано чисту меламіно-карбамідо-формальдегідну (MUF) смолу.

Таблиця 2

Властивості клеїв

Тип клею	Частка смоли (%)	Частка лігносульфонату (%)	Сухий залишок (%)	Динамічна в'язкість (мПа.с)	Час желатинізації (с)	рН
MUF	100	0	65	233	87	9,4
MUF+NaЛС	90	10	63	162	85	8,0
	80	20	62	158	80	7,6
	70	30	60	159	78	7,4
MUF+MgЛС	90	10	63	212	84	7,7
	80	20	61	191	82	7,2
	70	30	58	155	73	6,9

Дані показують, що заміна частини MUF смоли на лігносульфонати призводить до помітних змін адгезійних характеристик. Зокрема, часткова заміна смоли лігносульфонатами призвела до зниження вмісту сухої речовини, в'язкості, часу гелеутворення та рН як для лігносульфонатів натрію, так і для лігносульфонату магнію. Ці ефекти були більш вираженими при додаванні лігносульфонату магнію, що послідовно призводило до нижчих значень за всіма виміряними параметрами. Крім цього, поступове збільшення вмісту лігносульфонату було пов'язане з відповідним зниженням кожної з оцінюваних адгезійних властивостей, незалежно від типу лігносульфонату.

Властивості стружкових плит, виготовлених з використанням різних лігносульфонатів і різного їх

вмісту в клеї, наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

Властивості стружкових плит

Тип клею	Частка смоли (%)	Частка лігносульфонату (%)	Міцність при згинанні (МПа)	Модуль пружності (МПа)	Міцність склеювання (МПа)	Набрякання (%)
MUF	100	0	14,6	2633	0,57	19,2
MUF+NaЛС	90	10	13,8	2619	0,56	21,2
	80	20	12,9	2638	0,47	24,5
	70	30	10,7	2167	0,40	30,5
MUF+MgЛС	90	10	12,4	2352	0,38	19,7
	80	20	11,5	2280	0,43	22,3
	70	30	10,9	2314	0,32	30,8
Вимоги згідно ДСТУ EN 312: 2010 (плити типу P2)			>11	>1600	>0,35	-

Результати показують, що стружкові плити, склеєні смолою MUF, що містить від 10 % до 20 % лігносульфонату, демонструють фізичні та механічні властивості, співставимі з властивостями стружкових плит, склеєних виключно смолою MUF.

Плити з використанням лігносульфонату натрію мають кращі властивості, ніж плити з використанням лігносульфонату магнію, хоча ця різниця між ними є несуттєвою. Значення міцності склеювання, міцності при згинанні та модуля пружності стружкових плит за вмісту лігносульфонату натрію або магнію 10 % і 20 % відповідають вимогам плит типу P2 (плити для внутрішнього обладнання (включаючи меблі) для використання в сухих умовах) згідно стандарту EN 312.

Таким чином, стружкові плити виготовлені з заміною частини смоли на 10-20 % лігносульфонатів натрію або магнію у вигляді 50 %-ного водного розчину характеризуються механічними показниками вищими за значення вказані в стандарті EN 312.

Отже, спосіб виготовлення стружкових плит дає змогу розширити сировинну базу для приготування клеїв завдяки залученню відходів виробництва целюлози, а саме лігносульфонатів натрію або магнію, зменшити витрату дороговартісних смол, а отже зменшити собівартість плит і покращити їх екологічні показники.

Джерела інформації:

1. Antov P, Mantanis GI, Savov V. Development of Wood Composites from Recycled Fibres Bonded with Magnesium Lignosulfonate. *Forests*. 2020; 11(6):613. [https://doi.org/10.3390/fil060613](https://doi.org/10.3390/10.3390/fil060613).

2. Antov P, Savov V, Křišťák L, Réh R, Mantanis GI. Eco-Friendly, High-Density Fiberboards Bonded with Urea-Formaldehyde and Ammonium Lignosulfonate. *Polymers*. 2021; 13(2):220. <https://doi.org/10.3390/polym13020220>.

3. Bekhta P, Noshchenko G, Réh R, Kristak L, Sedliačik J, Antov P, Mirski R, Savov V. Properties of Eco-Friendly Particleboards Bonded with Lignosulfonate-Urea-Formaldehyde Adhesives and pMDI as a Crosslinker. *Materials*. 2021; 14(17):4875. <https://doi.org/10.3390/ma14174875>.