

Корисна модель належить до деревообробної промисловості, зокрема до технологій виготовлення деревинних композиційних матеріалів (стружкових та волокнистих плит, MDF, OSB тощо), і може бути використана у виробництві конструкційних, теплоізоляційних та оздоблювальних плитних матеріалів для потреб будівництва, меблевого виробництва, а також товарів побутового та промислового призначення.

Відомі традиційні способи виготовлення деревинних композиційних матеріалів (стружкових та волокнистих плит, MDF, OSB тощо), які передбачають пресування деревинних частинок у суміші з синтетичними формальдегідними клеями. Проте такі матеріали мають суттєві недоліки. По-перше, використання синтетичних формальдегідних клеїв зумовлює високу токсичність готових виробів. Під час виробництва та подальшої експлуатації таких матеріалів у навколишнє середовище виділяються пари фенолу, формальдегіду та інших летких сполук, що негативно впливають на здоров'я людини та екологію навколишнього середовища. По-друге, синтетичні клеї, що виготовляються з нафтохімічної сировини, мають високу вартість, яка становить до 25-30 % собівартості готової продукції, 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.

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 стандарту 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 личували 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 деревинних композитів із зниженою емісією формальдегіду на основі лігносульфонатів, в якому завдяки тому, що частина синтетичної формальдегідної смоли замінюється на лігносульфонати (ЛС), 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 деревинних композитів із зниженою емісією формальдегіду на основі лігносульфонатів, що включає операції виготовлення деревинних частинок (стружки), сушіння стружки, приготування клею, змішування стружки з клеєм, формування і підпресування килима, пресування плит, згідно корисної моделі клей містить меламіно-карбамідо-формальдегідну смолу (MUF) і 50 %-ний водний розчин лігносульфонату натрію або магнію за співвідношення смола:лігносульфонат від 97,5:2,5 до 92,5:7,5 мас. ч.

Спосіб виготовлення деревинних композитів із зниженою емісією формальдегіду на основі лігносульфонатів, зокрема стружкових плит, здійснюють наступним чином.

Виробляють деревинну стружку та висушують її. Для приготування клею використовують меламіно-карбамідоформальдегідну смолу (MUF), 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 смоли (MUF) та 50 %-ного водного розчину лігносульфонату натрію або лігносульфонату магнію за співвідношення смола: лігносульфонат від 97,5:2,5 до 92,5:7,5 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 2,5-3,5 МПа і температурі 160-200 °С.

Таблиця 1

Співвідношення смоли і лігносульфонатів

Тип клею	Частка MUF смоли (%)	Частка NaЛС (%)	Частка MgЛС (%)
MUF	100	0	0
MUF+NaLS	97,5	2,5	0
	95,0	5,0	0
	92,5	7,5	0
MUF+MgLS	97,5	0	2,5
	95,0	0	5,0
	92,5	0	7,5

Для кожної клейової рецептури вимірювалися такі властивості: вміст сухих речовин, динамічна в'язкість, час твердіння, pH та вміст вільного формальдегіду.

З пресованих плит вирізали зразки для фізико-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 інакше як "міцність склеювання" (згідно з ДСТУ EN 319: 1993), набрякання за товщиною (згідно з 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 (ЛС) наведено в Таблиці 2. Для порівняння вибрано чисту меламіно-карбамідо-формальдегідну смолу (MUF).

Таблиця 2

Властивості клеїв

Тип клею	Частка смоли (%)	Частка ЛС (%)	Сухий залишок (%)	Динамічна в'язкість (мПа·с)	Час твердіння (с)	pH	Вміст вільного формальдегіду (%)
MUF	100	0	64,9	251,0	86,7	9,4	0,078
MUF+NaLS	97,5	2,5	64,7	245,7	85,3	8,8	0,103
	95,0	5,0	64,3	233,0	84,0	8,7	0,102
	92,5	7,5	64,1	227,0	84,3	8,1	—*
MUF+MgLS	97,5	2,5	63,3	244,3	84,0	8,3	0,077
	95,0	5,0	63,2	235,3	83,1	8,0	0,075
	92,5	7,5	62,8	227,3	81,2	7,6	—*

* Вміст вільного формальдегіду неможливо було визначити титруванням через вплив кольору розчину.

Дані показують, що заміна частини MUF смоли на лігносульфонати призводить до помітних змін адгезійних характеристик. Зокрема, часткова заміна смоли лігносульфонатами призводить до зниження вмісту сухої речовини, в'язкості, часу твердіння та pH як для лігносульфонатів натрію, так і для лігносульфонату магнію. Ці ефекти є більш вираженими при додаванні лігносульфонату магнію. Зменшення в'язкості та часу затвердіння модифікованих клеїв є позитивним. Такі клеї легше наносити на стружку і можна скоротити час пресування плит. Суттєвою перевагою додавання лігносульфонату магнію до MUF смоли є зменшення на 3,8 % вільного формальдегіду в клеї. Таким чином, лігносульфонат магнію можна розглядати як добавку, яка зв'язує вільний формальдегід в клеї.

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 ЛС (%)	Міцність при згинанні (МПа)	Модуль пружності (МПа)	Міцність склеювання (МПа)	Набрякання (%)	Емісія формальдегіду (мг/м ² ·год)
MUF	100	0	15,1	2678	0,33	19,3	1,61
MUF+NaЛС	97,5	2,5	15,3	2534	0,47	20,2	1,59
	95,0	5,0	15,2	2688	0,41	19,2	1,99
	92,5	7,5	14,8	2819	0,55	22,8	2,25
MUF+MgЛС	97,5	2,5	15,2	2414	0,34	25,0	1,29
	95,0	5,0	15,2	2402	0,37	24,5	1,15
	92,5	7,5	15,1	2617	0,40	25,1	1,06
Вимоги згідно з ДСТУ EN 312: 2010 (плити типу P2)			> 11	> 1600	> 0,35	-	

Результати показують, що стружкові плити, склеєні MUF смолою, що містить від 2,5 % до 7,5 мас. ч. лігносульфонатів магнію або натрію, демонструють фізичні та механічні властивості, співставимі з властивостями стружкових плит, склеєних виключно MUF смолою. Крім цього, значення міцності склеювання, міцності при згинанні та модуля пружності стружкових плит за вмісту лігносульфонату натрію або магнію в межах 2,5-7,5 мас. ч. відповідають вимогам плит типу P2 (плити для внутрішнього обладнання (включаючи меблі) для використання в сухих умовах) згідно стандарту EN 312.

Плити з використанням лігносульфонату натрію мають кращі механічні властивості, ніж плити з використанням лігносульфонату магнію, хоча ця різниця між ними є несуттєвою. Тоді як, суттєвою перевагою використання лігносульфонату магнію є зменшення емісії формальдегіду з плит на 34 %.

Таким чином, стружкові плити виготовлені з заміною частини смоли на 2,5-7,5 мас. ч. лігносульфонатів натрію або магнію характеризуються механічними показниками вищими за значення вказаними в стандарті EN 312 для плит типу P2 і суттєво кращими екологічними показниками; емісія формальдегіду на 34 % менша за значення для контрольних плит.

Отже, запропонований спосіб виготовлення стружкових плит дає змогу розширити сировинну базу для приготування клеїв завдяки залученню відходів виробництва целюлози, а саме лігносульфонатів натрію або магнію, зменшити залежність від смол на основі нафтопродуктів, 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/f11060613>.
2. Antov P, Savov V, Krišťák 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, Sedláčik 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>.