

УДК 674.816.2

ВПЛИВ МОДИФІКУВАЛЬНИХ ДОБАВОК НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ДЕРЕВИННО-ПОЛІМЕРНОГО МАТЕРІАЛУ

Шепелюк І.Р., аспірант

(Національний лісотехнічний університет України)

Проаналізовано вплив модифікувальних добавок на фізико-механічні властивості деревинно-полімерного композиту. На основі результатів досліджень побудовано залежності впливу різних модифікувальних добавок та їх кількості на властивості виготовленого матеріалу. Встановлено, що використання, як модифікатора, стеаринової кислоти дає змогу отримати матеріали з покращеними фізичними та механічними властивостями.

Ключові слова: *деревинно-полімерний матеріал, модифікувальна добавка, диоктилфталат, стеаринова кислота, полівініловий спирт, полівінілацетатна дисперсія.*

Постановка наукової проблеми. Виробництво плитних деревинно-полімерних матеріалів (ДПМ) на основі вторинного поліетилену, де, як наповнювач, використовується макулатурний шлам целюлозно-паперового виробництва (ЦПВ), є досить цікавим та перспективним. Оскільки, дає змогу утилізувати не лише відходи ЦПВ, а й відходи термопластичних полімерів. Використання відходів у виробництві ДПМ призведе до зменшення площ відведених під сміттєзвалища, сприятиме здешевленню основної продукції та дасть змогу отримати нові матеріали із задовільними характеристиками, які зможуть застосовуватися відповідно до певного призначення. ДПМ на основі таких компонентів можуть оптимально поєднувати у собі позитивні властивості як макулатурного шламу, так і вторинного поліетилену.

Однак, під час виготовлення ДПМ шляхом плоского пресування, перемішування компонентів композиції відбувається в сухому стані, внаслідок чого не вдається забезпечити рівномірність перемішування суміші та необхідне зчеплення між її основними компонентами. Тому, для усунення певних недоліків пов'язаних із технологією виготовлення матеріалів, а також для покращення властивостей готових ДПМ та можливості використання більшого вмісту шламу у їх виробництві постає необхідність застосування модифікувальних добавок.

Існує велика кількість модифікаторів які використовуються для покращення сил зчеплення між неполярним поліетиленом та наповнювачем. Зокрема, з органічних застосовують – ангідриди (оцтовий, малеїновий) [1-3], акрилати, аміди, ізоціанати, епоксиди, органічні кислоти, такі як абієтинова, лінолева тощо; з неорганічних – силікат натрію; з органічно-неорганічних –

силани, титанати і т.д. [4]. Окрім цього, як модифікувальні добавки можна використовувати і полівініловий спирт (ПВС), стеаринову кислоту, парафін, бітум, рідке скло, полівінілацетатну дисперсію тощо [5].

Модифікатори є полярними речовинами, що містять велику кількість реакційних центрів здатних взаємодіяти із функціональними групами, які містяться на поверхні волокнистого наповнювача, а також із функціональними групами, що є у вторинному поліетилені. Це призводить до покращення контакту та збільшення сил зчеплення між ними.

Мета роботи – пошук модифікувальної добавки, здатної покращити фізико-механічні властивості деревинно-полімерного матеріалу.

Матеріали та методи дослідження. Для виконання експериментальних досліджень використовували подрібнені відходи термозбіжної плівки, яку виготовляють із поліетилену високого тиску вищого сорту, макулатурний шлам, висушений до абсолютно сухого стану та подрібнений, а також модифікувальні добавки такі як: полівініловий спирт (ПВС), полівінілацетатна дисперсія (ПВА), диоктилфталат (ДОФ) і стеаринова кислота (СК).

Виготовляли одношарові ДПМ у вигляді плит, товщиною 7 мм, щільністю 800 кг/м³. Склад та співвідношення компонентів композицій наведено в табл.

Таблиця – Склад та співвідношення компонентів у виробництві ДПМ

№ серії дослідів	Тип модифікувальної добавки	Вміст модифікувальної добавки, %	Вміст вторинного поліетилену, %	Вміст шламу, %
1	без модифікатора	-	80; 70; 60	20; 30; 40
2	ПВС	3; 5; 7	80; 70; 60	20; 30; 40
3	ПВА	3; 5; 7	80; 70; 60	20; 30; 40
4	ДОФ	3; 5; 7	80; 70; 60	20; 30; 40
5	СК	3; 5; 7	80; 70; 60	20; 30; 40

Змінними факторами під час виконання експериментів були прийняті: тип і вміст модифікувальної добавки, (3, 5, 7%) та кількість макулатурного шламу (20, 30, 40%).

Деревинно-полімерні матеріали виготовлялись шляхом плоского гарячого пресування за таких режимних параметрів: температура – 180°C, тривалість – 2 хв/мм, тиск – 3,5 МПа. Отримані плити, температура яких становить близько 150°C, потребували подальшого допресування та охолодження для фіксування форми та розмірів. З цією метою після гарячого пресування плити витримувалися в холодному пресі при тиску 1,5 МПа до температури 40...50°C.

За критерії оцінки якості матеріалів було обрано наступні показники: водопоглинання та набрякання за товщиною (відповідно до EN 317), питомий опір витягуванню шурупів (відповідно до EN 320), межа міцності під час статичного згинання (відповідно до EN 310).

Результати та обговорення. Тип модифікувальних добавок та їх вміст по-різному впливають на властивості готових ДПМ.

Використання ПВС у виробництві ДПМ призводить до погіршення його фізичних властивостей, причому незалежно від вмісту шламу та модифікатора. Оскільки ПВС є водорозчинним, тому у матеріалі під дією води відбувається руйнування зв'язків між компонентами матеріалу, що й призводить до підвищення його водопоглинання. Проте, інтенсивність поглинання води у зразках ДПМ без модифікатора є дещо вища, ніж у зразках з використанням ПВС. Зокрема, у випадку застосування даного модифікатора в кількості 3 та 5% у матеріалах із 40% вмістом наповнювача помічається незначне підвищення водостійкості плит порівняно із контрольним зразком.

Застосування ПВА у виробництві ДПМ, як і у випадку використання ПВС, в загальному, погіршує фізичні властивості матеріалу внаслідок водорозчинності модифікатора. Причому, із збільшенням вмісту модифікатора від 3 до 7%, водопоглинання ДПМ збільшується. Винятком є лише матеріали із вмістом модифікатора 3% і вмістом наповнювача 30 та 40%, в яких спостерігається незначне збільшення водостійкості.

ДОФ надає отриманому ДПМ пластичності та зменшує температуру плавлення поліетилену в процесі виготовлення матеріалу. Щодо водостійкості ДПМ, то у разі використання ДОФ, помічається, в основному, зменшення водопоглинання матеріалу. При взаємодії модифікатора з основними компонентами композиції блокується доступ води всередину матеріалу, насамперед внаслідок того, що ДОФ є маслянистою речовиною, нерозчинною у воді, яка її відштовхує.

Стеаринова кислота сприяє отриманню водостійкого матеріалу. Даний модифікатор, будучи полярним полімером, може взаємодіяти з функціональними групами як волокнистого наповнювача, так і вторинного поліетилену. Внаслідок взаємодії між компонентами, покращуються сили зчеплення між ними, що призводить до одержання матеріалу із задовільними властивостями. Як і у випадку використання ДОФ, в результаті взаємодії стеаринової кислоти з основними інгредієнтами деревинно-полімерної композиції, перешкоджається доступу води в матеріал, оскільки стеаринова кислота є жирною та нерозчинною у воді. Порівняно з контрольним зразком та матеріалами на основі інших модифікаторів, вона дає змогу одержати ДПМ із значно вищим показником водостійкості. Із збільшенням вмісту модифікатора властивості матеріалу покращуються. При його вмісті 7% вдається досягнути максимальної водостійкості матеріалу. Зокрема, порівняно із контрольним зразком водопоглинання

ДПМ із вмістом наповнювача 20% є меншим в 10,78 разів, а для матеріалу із 40% шламу – менше в 9,11 разів. Із збільшенням вмісту шламу водопоглинання дещо збільшується, проте знаходиться в межах допустимих відхилень.

Вміст модифікаторів у кількості 3, 5, 7%, незалежно від їх типу, в основному, не впливає на характер зміни визначальних властивостей матеріалів по відношенню до контрольного зразка. Тому, залежність впливу модифікувальних добавок на водопоглинання ДПМ із різним вмістом шламу можна зобразити у графічному вигляді представленому на рис. 1.

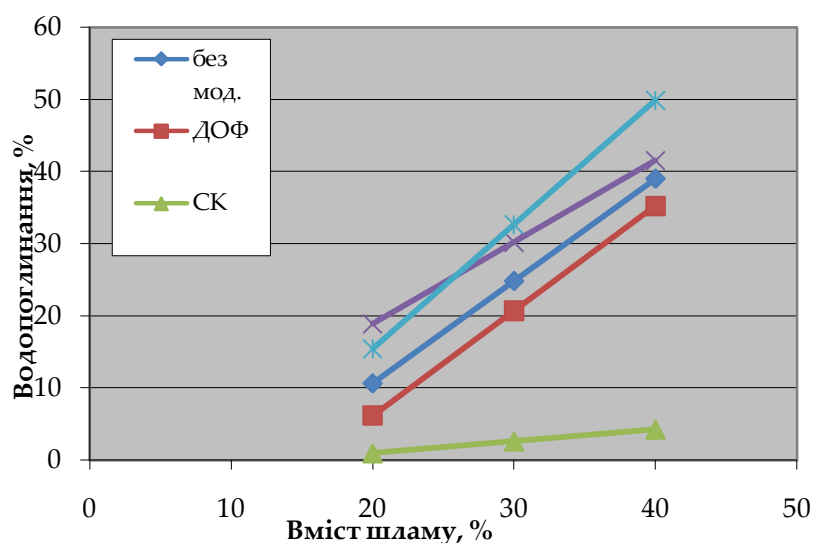


Рисунок 1 – Залежність впливу типу модифікувальної добавки в кількості 7% на водопоглинання матеріалів із різним вмістом шламу

При визначенні набрякання за товщиною матеріалів, зміни товщини практично не спостерігається незалежно від типу та вмісту використовуваної модифікувальної добавки. Незначно збільшується товщина матеріалу лише при збільшенні вмісту шламу до 40%.

Застосування ПВС або ПВА у виробництві деревинно-полімерного матеріалу, призводить до зниження питомого опору витягуванню шурупів. Особливо чітко простежується погіршення здатності утримувати шурупи у матеріалах із вмістом шламу 30, а особливо 40%, незалежно від вмісту модифікатора. У разі використання ПВС, це пояснюється частковою нерівномірністю перемішування суміші в процесі його виготовлення, оскільки всі компоненти композиції в т.ч. модифікатор, є сипкими твердими речовинами. В результаті не вдається забезпечити достатнього зчеплення між інгредієнтами, і, як наслідок, матеріал є неоднорідний за структурою, крихкий, а тим більше із збільшенням кількості шламу у своєму складі.

Погіршення питомого опору витягуванню шурупів у матеріалах з використанням ПВА можна пояснити наявністю води у складі самого модифікатора. Оскільки після операції пресування при розмиканні плит

преса відбувається вивільнення води (у вигляді пари) із матеріалу. Як наслідок, в матеріалі утворюється значна кількість мікротріщин, що і погіршує властивості готового ДПМ.

У разі застосування ДОФ у матеріалах із вмістом наповнювача 20% спостерігається незначне покращення питомого опору витягуванню шурупів. Проте, із збільшенням вмісту шламу, композити з використанням ДОФ (незалежно від кількості), поступаються властивостям матеріалам без модифікатора.

Використання стеаринової кислоти у виробництві ДПМ, на відміну від інших використовуваних модифікувальних добавок, сприяє підвищенню питомого опору витягуванню шурупів. Покращення здатності матеріалів утримувати шурупи спостерігається на всіх етапах досліджень ДПМ із стеариновою кислотою, незалежно від кількості шламу та вмісту модифікувальної добавки. Досліджуваний показник зростає із збільшенням вмісту модифікатора.

Залежність впливу модифікаторів на питомий опір витягуванню шурупів в матеріалах з різним вмістом шламу наведено на рис. 2.

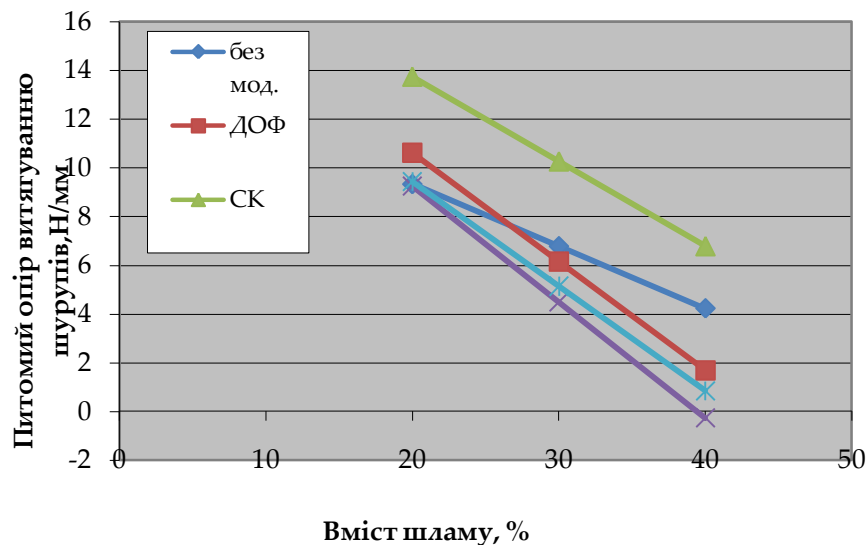


Рисунок 2 – Залежність впливу типу модифікувальної добавки в кількості 7% на питомий опір витягуванню шурупів у матеріалах із різним вмістом шламу.

Досліджуючи виготовлені матеріали на міцність на статичне згинання, встановлено, що вони володіють значними деформаціями вигину, особливо матеріали з використанням ДОФ. Тому під час випробовування за методикою EN 310 руйнівне навантаження визначити не вдалося.

Висновки та рекомендації. На основі отриманих результатів встановлено, що найбільший вплив на властивості ДПМ чинить вміст шламу. Проте, з'ясовано, що і модифікувальні добавки та їх кількість по-

різному впливають на фізико-механічні властивості композиційного матеріалу.

Порівняно з іншими застосовуваними модифікувальними добавками у виробництві ДПМ, використання стеаринової кислоти сприяє отриманню композиційного матеріалу з покращеними фізичними та механічними властивостями. Особливо чітка тенденція до покращення властивостей спостерігається при збільшенні вмісту стеаринової кислоти до 7%. В даному випадку, водостійкість таких матеріалів в декілька разів є вищою порівняно з іншими матеріалами, навіть із збільшенням вмісту шламу у складі ДПМ до 40%. Механічні властивості, зокрема, питомий опір витягуванню шурупів, також збільшується при збільшенні вмісту модифікатора. Тому стеаринова кислота є найбільш придатною із застосовуваних модифікувальних добавок у виробництві ДПМ та дає змогу отримати екологічно-безпечний водостійкий матеріал.

Список літератури

1. Kishi H. Composites materials from wood and polypropylene / H. Kishi, M. Yoshioka, A. Yamanoi // J. Jap. Wood Res. Soc, V. 34 (2). 1988. – P. 268-276.
2. Oksman K. Mechanical properties and morphology of impact modified polypropylene-wood flour composites // K. Oksman, C. Clemons // Journal of Applied Polymer Science. – 1988, Vol. 67, – P. 1503-1513.
3. Rowell R.M. Handbook of wood chemistry and wood composites / R.M. Rowell // Boca Raton: CRC Press, 2005. – 487 pp.
4. John Z.Lu. Chemical coupling in wood fiber and polymer composites: a review of coupling agents and treatments / Z.Lu John, Wu Qinglin, Harold S. McNabb, Jr // Wood and fiber science, V 32 (1), 2000. – P. 88-104.
5. Мишак В.Д. Вплив модифікуючих добавок на властивості деревинно-полімерних матеріалів / В.Д. Мишак, В.Ф. Анненков, І.П. Мельник та ін. // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість. – 1988, № 3. – С. 36-37.

Аннотація

ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДОБАВКИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНОГО МАТЕРИАЛА
Шепелюк И.Р.

Проанализировано влияние модифицированных добавок на физико-механические свойства композита. На основании результатов исследования построены зависимости влияния разных модифицированных добавок и их

количества на свойства изготовленного материала. Установлено, что использование, как модификатора, стеариновой кислоты, позволяет получить материалы с улучшенными физическими и механическими свойствами.

Abstract

**INFLUENCE OF MODIFYING ADDITIVES ON PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF WOOD-POLYMER MATERIAL
Shepelyuk I.R.**

Analyzed the influence of modifying additives on physical and mechanical properties of wood-polymer composite. Based on research results plotted influence of various modifying additives and their quantity on the properties of the material produced. Found that the use as a modifier, stearic acid, makes it possible to obtain materials with improved physical and mechanical properties.