

УДК 658.567(066)

Є. Л. ЧУДАНОВА, В. В. ХАЗІПОВА

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

ЗМЕНШЕННЯ ВІДХОДІВ У НАПРЯМКУ ОДЕРЖАННЯ ДЕРЕВОПЛАСТУ

Отримані екологічно безпечні матеріали для будівництва з високими фізико-механічними властивостями на основі відходів деревини й вторинних термопластів. Проаналізовані газові викиди, що утворюються при виробництві деревопласту.

відходи деревообробки, відходи термопластичних полімерів, деревопласт

АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОБЛЕМИ

Особливе значення в створенні екологічно чистого середовища перебування надається житлу, де людина проводить більшу частину свого часу. У таких умовах організм її піддається впливу великої кількості хімічних речовин, що мігрують із будівельних конструкцій, оздоблювальних матеріалів, меблів тощо. Одним з найпоширеніших токсинів у цьому ряді є формальдегід, який відноситься до канцерогенних речовин.

Джерелом тривалої міграції формальдегіду в навколишнє середовище є дерево-стружкові, деревоволокнисті, фанера й інші матеріали, виробництво яких базується на використанні формальдегідовмісних смол. Незважаючи на численні заборони щодо застосування цих смол для виробництва плитних і теплоізоляційних матеріалів, їх використання як в Україні, так і в інших країнах триває. Це пов'язано з відсутністю альтернативних зв'язувальних речовин і більш прогресивних технологій, здатних конкурувати за своїми техніко-економічними показниками з виробництвом деревинно-стружкових і деревинноволокнистих плит.

У багатьох країнах спостерігається збільшення обсягів використання натурального дерева у виробництві меблів і в будівництві, що навряд чи можна розглядати як альтернативне вирішення існуючої проблеми, оскільки обсяги деревини катастрофічно зменшуються й приводять до дефіциту цього виду сировини.

Одним з перспективних напрямків є створення композицій на основі екологічно чистих продуктів, де як зв'язувальні матеріали застосовують термопласти (поліетилен, поліпропілен, полівінілхлорид і їх сополімери). Створення композиційних матеріалів на основі вторинних термопластів, які змішані зі здрібненими відходами деревини, дозволяє вирішити проблему спільного об'єднання цих відходів у виробництво [1].

Вищевикладене обумовлює необхідність створення теоретичної й методологічної бази розробки сполук і технології будівельних матеріалів на основі деревних відходів і відходів поліетилентерефталату (ПЕТФ) і поліетилену високого тиску (ПЕВТ).

МЕТА І ЗАВДАННЯ

Метою даної наукової роботи є складання й удосконалення технології виробництва композиційних матеріалів на основі вторинного поліетилентерефталату, поліетилену високого тиску й деревних відходів для умов ринку Донбасу; оцінка кількості шкідливих речовин, що виділяються в атмосферне повітря в процесі виробництва композитів.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні завдання:

1. Складання рецептури композиційних матеріалів з екологічно чистої сировини – відходи деревообробки й відходи термопластичних полімерів.

2. Удосконалення способу одержання деревопласту за рахунок розпилення зв'язувального полімерного матеріалу, що дозволяє отримувати високі фізико-механічні показники властивостей виробів.

3. Оцінка прогнозованого стану повітряного басейну в місці розташування установки.

Світове виробництво пластмас зростає на 5–6 % щорічно й, за прогнозами, до 2010 р. досягне 250 млн тонн [1, 2]. Причому, що найбільш швидко розвивається сьогодні ринок ПЕТФ. З ростом попиту на ПЕТФ, природно, збільшується кількість відходів. Сьогодні відходи ПЕТФ становлять більше 30 % від усіх відходів пластмаси, 80 % яких зараз переробляються. Методи переробки вторинного поліетилентерефталату розширюються й удосконалюються. Цікавими є напрямки рециклінгу ПЕТФ. У патентній літературі освітлені технології одержання композиційних матеріалів на основі вторинної полімерної сировини з різними наповнювачами – деревинна тирса, деревинна стружка. Обсяги деревинних відходів в Україні достатні і можуть бути оцінені в 6,5 млн м³. Створення композиційних матеріалів на основі вторинних термопластів і здрібнених відходів деревини дозволяє вирішити проблему спільного залучення цих відходів у виробництво [3].

Складання й удосконалення композицій є однією з найбільш актуальних тем у всій науково-технічній проблематиці виробництва й застосування деревинно-полімерних композитів. Крім численних зарубіжних університетських лабораторій, дослідженнями в цьому напрямку зайнята безліч незалежних дослідницьких центрів, у тому числі й кафедри екології та технології будівельних конструкцій, виробів і матеріалів Донбаської національної академії будівництва і архітектури.

У даній роботі отримання композиційних матеріалів на основі вторинної полімерної сировини і деревинних відходів (деревопласту) здійснювали методами екструзії.

Необхідна концентрація деревної маси досягалась змішуванням з гранулами високов'язкого пластику. Як добавку, яка служить для армування матеріалу, підмішували в компаунд «деревопластик», потім піддавали продавлюванню через сталеву фільтру екструдера. Для забезпечення одержання перемішаної гомогенізованої екстудованої маси загальний потік перед головкою екструдера розщеплювався на окремі закручені в пучок струмені таким чином, щоб відбувався більш рівномірний розподіл змішаного матеріалу перед фільтрою. Крім того, введення полімерного сполучного розпиленням дозволяє отримати високі фізико-механічні властивості виробів, що випускаються. Полімер повинен охопити всю поверхню деревної частки, проникнути в її пори й тим самим забезпечити щільну молекулярну взаємодію між деревиною й полімером. Інтенсифікувати процес змочування за рахунок підвищення температури в екструдері складно внаслідок небезпеки теплової деструкції деревини, полімеру й загоряння суміші (при температурі більше 200 °С. Враховуючи температуру термічного розкладу деревини, розглянуто процес прогрівання деревинно-полімерного пакета в інтервалі – 160–200 °С.

Першу серію дослідів здійснено класичним експериментом з метою визначення впливу співвідношення вторинного ПЕТФ і деревинного наповнювача на властивості ДПК. Склад деревинно-полімерної композиції і умови проведення експерименту наступні:

- полімер:деревина (борошно) – 40 % : 60 %;
- полімер:деревина (борошно) – 20 % : 80 %;
- полімер : деревина (борошно) – 25 % : 75 % ;
- температура нагріву робочих поверхонь пресформ 160 °С;
- температура нагріву робочих поверхонь пресформ 180 °С;
- тривалість витримки 300 секунд при товщині матеріалу 4 мм.

Рівні й інтервали змінювання факторів наведено у табл. 1.

Таблиця 1 – Рівні й інтервали змінювання факторів

Назва фактора	Рівні змінювання фактора			Інтервал змінювання фактора
	нижній (-1)	основний (0)	верхній (+1)	
Вміст вторинного ПЕТФ, %	40	25	20	20
Вміст деревинних частинок, %	60	75	80	15
Температура нагріву робочих поверхонь пресформ, °С	160	180	200	20
Тривалість витримки, секунд при товщині матеріалу 4 мм	300	300	300	0

Одержаний деревопласт за фізичними і механічними властивостями займає проміжне положення між деревом і пластмасою. Тому критеріями оцінювання якості ДПК обрано такі показники: щільність, тимчасовий опір, модуль пружності при розтягуванні, опір вигину, модуль пружності при вигині, відносне подовження при розтягуванні. Випробування одержаного деревопласту щодо вищеперелічених

показників проводилось на устаткуванні, яке знаходиться у машинному залі кафедри технології будівельних конструкцій, виробів і матеріалів Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Отримані показники фізико-механічних властивостей полімер-деревного композиту, а також стандартні значення показників за технічними умовами наведені в табл. 2, 3.

Таблиця 2 – Температура нагріву робочих поверхонь пресформ 160 °С

Назва показника	Стандартне значення показника	Співвідношення вмісту полімер-деревних матеріалів		
		полімер:деревина 40 % : 60 %	полімер:деревина 20 % : 80 %	полімер:деревина 25 % : 75 %
Щільність [кг/дм ³]	1,0–1,4	0,8	0,9	0,92
Тимчасовий опір [МПа]	15–50	12	12,3	14
Модуль пружності при розтягуванні [GPa]	4–8	2,8	2,9	2,94
Опір вигину [МПа]	25–60	20	22	21
Модуль пружності при вигині [GPa]	3–6	1,5	2,9	2,7
Відносне подовження при розтягуванні [%]	0,5–1,0	0,1	0,15	0,12

Таблиця 3 – Температура нагріву робочих поверхонь пресформ 180 °С

Назва показника	Стандартне значення показника	Співвідношення вмісту полімер-деревних матеріалів		
		полімер:дереви на 40 % : 60 %	полімер:дереви на 20 % : 80 %	полімер:дереви на 25 % : 75 %
Щільність [кг/дм ³]	1,0–1,4	0,9	0,96	1,2
Тимчасовий опір [МПа]	15–50	11	14	17,3
Модуль пружності при розтягуванні [GPa]	4–8	2,9	3,0	7,2
Опір вигину [МПа]	25–60	23	22	30
Модуль пружності при вигині [GPa]	3–6	1,5	3,1	4
Відносне подовження при розтягуванні [%]	0,5–1,0	0,1	0,75	0,62

За рахунок підвищення щільності від 0,800 до 1,000 кг/м³, температури від 160 до 180 °С показники міцності ДПК зростають при співвідношенні вмісту полімер-деревних матеріалів 20 % : 80 %, і оптимальних значень набувають при співвідношенні вмісту полімер-деревних матеріалів 25 % : 75 %.

Із підвищенням щільності межа міцності під час статичного згинання зростає внаслідок збільшення кількості деревинних частинок на одиницю об'єму досліджуваного матеріалу. Із підвищенням температури від 160 до 180 °С термопластичному полімеру надається така енергія активації, за якої він проникає у капілярно-пористу структуру деревинних частинок, утворюючи на їх поверхні плівку, яка придатна для їхнього якісного склеювання. Окрім того, за таких умов розплав розтікається по всьому об'єму деревопласту із утворенням композиту з однорідними фізико-механічними властивостями.

Внаслідок високої межі міцності на розрив, межі міцності при зсуві і показниках жорсткості, деревно-полімерні композити виявилися на рівні кращих показників для інших типів матеріалів на деревній основі, а в загальному поєднанні їх характеристики перевищують дані для всіх інших типів вироблених матеріалів. Найкращий показник – волого поглинання, як зміна ваги при зануренні у воду на 24 години – максимум 1 % проти 40 % у деревних плит. За зовнішнім виглядом отриманий композит – деревопласт з високим вмістом деревини найбільше нагадує МДФ або тверду ДВП. Він може фарбуватися в масі або піддаватися лакофарбовій обробці звичайними фарбами і емаллями, або облицьовуватися синтетичними плівками або натуральним шпоном. Отриманий композиційний матеріал має виняткову стійкість до несприятливих впливів зовнішнього середовища – ультрафіолетового випромінювання, вологи, води, мінеральних розчинів, стійкий до атак мікроорганізмів і комах. Гарантія експлуатації готових виробів у зовнішніх умовах без спеціального захисту – 10–50 років. Більшість вироблених ДПТ можуть приймати в себе невелику кількість (0,1–4,0 %) вологи, не втрачаючи при цьому форми та міцності і відновлювати колишні властивості при висиханні без викривлення. На відміну від металоконструкцій ДП не підлягають корозії. ДП обробляються тими ж інструментами, що і деревина.

Процес виготовлення матеріалів з деревинно-полімерної композиції супроводжується механо-хімічною деструкцією компонентів і виділенням різних органічних летких речовин як в об'ємі композиції, так і в навколишнє середовище. Тому ми вважаємо за доцільне досліджувати ці процеси.

При термічній обробці ПЕТФ одночасно протікають реакції агрегації й дезагрегації. До температури 200 °С відбувається виділення СО і формальдегіду. У присутності кисню повітря при протіканні реакцій окислювання можливе утворення нерозчинних зшитих продуктів. В інтервалі температур 280–340 °С утворюються діметилтерефталат, ацетальдегід.

Функціонування установки з переробки полімерних і деревинних відходів супроводжується впливом на атмосферне повітря.

Основним джерелом впливу на повітряне середовище району розміщення установки є місцеві відсмоктування від екструдера. Параметри джерел викидів наведено у табл. 4.

Таблиця 4 – Параметри джерел викидів

Но-мер дже-рела	Найме-нування джерела викиду	Кіль-кість годин робо-ти устат-куван-ня	Параметри джерела викиду		Координати на карті-схемі, м		Характеристика газових викидів на виході			Речовина	Потужність викиду		
			Ви-сота, м	Діа-метр, м	X	Y	об'єм м/с	швид-кість м/с	тем-пера-тура, °С		Найме-нування	Кон-центрація мг/ м ³	г/с
1	місцеве відсмоктування від екструдера	7 920	11,5	0,200	1 165	1 298	0,45	14,3	30	Оксис вуглецю	24,0	0,0108	0,308
										Діметил-терефталат	0,12	0,00005	0,003
										Ацеталь-дегід	6,0	0,0027	0,077
										Формаль-дегід	1,2	0,005	0,014

Для оцінки прогнозованого стану повітряного басейну в місці розташування даного об'єкта вико-нано розрахунок розсіювання забруднюючих речовин в приземному шарі атмосфери відповідно до положень [4] на персональному комп'ютері з використанням програми «ПЛЕНЕР 1.25».

Розрахункові концентрації визначені з урахуванням якнайгірших метеоумов для шести швидкостей вітру і з круговим перебором напрямів вітру [4].

Для окису вуглецю, діметилтерефталату, формальдегіду проводити розрахунок розсіювання не доцільно внаслідок малих викидів.

Згідно з результатами розрахунку встановлено, що приземні концентрації при якнайгірших метеоумовах можуть становити для ацетальдегіду – від 0,004 до 0,250 ГДК_{м.р.} – гранично допустима концентрація.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

1. Отримано екологічно безпечний матеріал для будівництва з високими фізико-механічними вла-стивостями з екологічно чистої сировини – відходи деревообробки та відходи термопластичних полімерів без введення в прес-масу традиційних токсичних синтетичних речовин.

2. В результаті застосування розробленого способу отримання деревопласту істотно скорочують-ся втрати від рубання лісу, а також частково вирішується проблема утилізації полімерних побуто-вих і промислових відходів.

3. Розроблено співвідношення вмісту полімер-деревина у деревопласті, а також спосіб їх вироб-ництва.

4. Встановлено закономірності зміни властивостей деревопласту від співвідношення вмісту полі-мерного і деревного компонентів у вихідному матеріалі, які визначають фізико-механічні власти-вості композиту.

5. Знайдено оптимальний температурний режим формування деревопласту.

6. Розроблений полімер-деревний композит може бути використано для цивільного та промисло-вого будівництва як конструкційні матеріали (стінові панелі, підвіконня, підлога), в меблевому ви-робництві для виготовлення виробів декоративного призначення, деталей меблів, у виробництві матеріалів народного споживання.

7. Визначено якісний і кількісний склад шкідливих речовин, що утворюються в результаті функціонування установки. Проведено оцінку стану повітряного середовища у місці розташування. Забруднення атмосфери в результаті функціонування установки не перевищують нормативного рівня.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Фомин, В. А. Биоразлагаемые полимеры, состояние и перспективы использования [Текст] / В. А. Фомин, В. В. Гусев // Пластич. массы. – 2001. – № 2. – С. 46–47.
2. Веселов, А. А. Использование древесных отходов фанерного и спичечного производства [Текст] / А. А. Веселов. – М. : Лесная промышленность, 1987. – 320 с.
3. Кучеренко, О. А. Проблеми організації збирання та перероблення використаної тари і пакувальних матеріалів в Україні [Текст] / О. А. Кучеренко // Упаковка. – 1997. – № 2. – С. 8–18.
4. ОНД-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах промышленных предприятий [Текст]. – Взамен СН 369-74 ; срок введения 1 января 1987 г. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1987. – 190 с.
5. Тищенко, Н. Ф. Охрана атмосферного воздуха. Расчет содержания вредных веществ и их распределение в воздухе [Текст] : Справ. изд. / Н. Ф. Тищенко. – М. : Химия, 1991. – 368 с.

Получено 04.10.2013

Е. Л. ЧУДАНОВА, В. В. ХАЗИПОВА
УМЕНЬШЕНИЕ ОТХОДОВ В НАПРАВЛЕНИИ ПОЛУЧЕНИЯ
ДРЕВОПЛАСТА
Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

Получены экологически безопасные материалы для строительства с высокими физико-механическими свойствами на основе отходов древесины и вторичных термопластов. Проанализированы газовые выбросы, образующиеся при производстве древопласта.

отходы деревообработки, отходы термопластичных полимеров, древопласт

ELIZAVETA CHUDANOVA, VERA KHAZIPOVA
REDUCING WASTE IN THE DIRECTION OF GETTING WOOD PLASTIC
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Environmentally friendly building materials with high physical and mechanical properties on the basis of secondary waste wood and thermoplastics have been taken. Gas emissions from the production of wood plastic have been analyzed.

wood waste, waste of thermoplastic polymers, wood plastic

Чуданова Єлизавета Леонідівна – студент Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: переробка ТПВ із отриманням будівельних матеріалів.

Хазіпова Віра Володимирівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри прикладної екології та хімії Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: утилізація гумових шин.

Чуданова Єлизавета Леонидовна – студент Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: переработка ТБО с получением строительных материалов.

Хазипова Вера Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной экологии и химии Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: утилизация резиновых шин.

Chudanova Elizaveta – a student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: recycling of solid waste to produce building materials.

Khazipova Vera – PhD (Eng.), Associate Professor, Applied Ecology and Chemistry Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: recycling rubber tires.