

чимими стають вимоги ефективного використання деревини не тільки у сфері виробництва, але і в сфері споживання. Об'єктивним відображенням цього є збільшення цін на всю продукцію лісопиляння та деревооброблення.

Вдосконалення технології та обладнання за останні роки велось з урахуванням зазначених змін. У лісопилянні набули значного поширення стрічкопилкові верстати для індивідуального розпилювання пиловника як листяних, так і хвойних порід.

Одночасно з розвитком техніки і технології лісопиляння вдосконалюється і продукція галузі. Переробляється практично вся нормативно-технічна документація на продукцію лісопиляння. Зі введенням в дію нової нормативно-технічної документації (стандарти, преїскуранти) змінюється і вся нормативна база з нормування сировини та матеріалів. Наведені зміни, природне старіння інформації і нагромадження знову отриманих дослідних матеріалів привело до необхідності перероблення керівних матеріалів з нормування витрат сировини і матеріалів у виробництві пилопродукції.

У лісопильно-деревообробному виробництві ці кризові явища посилюються не тільки дефіцитом сировинних ресурсів, а також катастрофічним станом основних фондів, низьким технологічним та технічним рівнем виробництва, малоєфективним використанням деревної сировини. Раціональне і комплексне використання сировинних ресурсів з метою задоволення внутрішніх національних потреб у деревині та продуктах її перероблення має велике економічне значення. При цьому технології, що забезпечують повну переробку всіх компонентів деревини, мають відповідати вимогам економічного, екологічного та організаційного характеру.

Теоретичні дослідження полягають у розвитку нових підходів до вирішення проблеми комплексного використання деревинних ресурсів. До наукових проблем, які потребують невідкладного вирішення, належить критичний аналіз і розроблення ефективних напрямків управління матеріальними ресурсами на деревообробних підприємствах з урахуванням екологічного стану навколишнього середовища. Це допоможе змінити тенденцію до нарощування в лісозаготівельному виробництві заготівлі деревини і перейти до глибокого перероблення та виробництва конкурентоспроможної продукції.

Таким чином, наукова робота з еколого-економічної ефективності комплексного перероблення сировини в лісопильно-деревообробному виробництві є потрібною, своєчасною, актуальною для розвитку деревооброблення в Україні і проведення єдиної технологічної політики в галузі.

Література

1. Генік Я.В. Основні причини знеліснення та деградація лісів в Україні : матер. Міжнар. наук.-практ. конф. / Я.В. Генік. – Львів : Вид-во "Друкарські куншти". – 2010. – 16-21 с.
2. Гурняк І.Г. Дослідження еколого-економічної ефективності діяльності деревообробних підприємств України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук. – Львів, 2013. – 21 с.
3. Кіндрат Р.Я. Організація виробництва деревообробних підприємств : навч. посібн. / Р.Я. Кіндрат. – Львів : Вид. дім "Панорама", 2002. – 160 с.
4. Матвеев М.Е. Еколого-економічні основи комплексного використання ресурсів низькоякісної та уживаної деревини та деревинних відходів : дис. ... канд. екон. наук / М.Е. Матвеев. – Львів, 2001. – 209 с.

5. Туниця Ю.Ю. Екологічна економіка та ринок / Ю.Ю. Туниця. – К. : Вид-во "Знання", 2006. – 120 с.

6. Туниця Ю.Ю. Економічні проблеми комплексного використання і охорони природних ресурсів / Ю.Ю. Туниця. – Львів : Вид-во "Вища шк.", 1976. – 215 с.

Ференц О.О., Кіндрат Р.Я. Сущность эколоого-экономической эффективности комплексного использования древесины в лесопилении

Определены теоретические подходы к оценке эколоого-экономической эффективности производства. Обоснована важность комплексной переработки сырья в лесопильно-деревообрабатывающем производстве и определение его эколоого-экономической эффективности. Отражена необходимость расчета показателей эколоого-экономической эффективности.

Ключевые слова: эколоогическая эффективность, экономическая эффективность, комплексная переработка, древесина, кризис, эколоогизация.

Ferents O.O., Kindrat R.Ya. Essence of ecological and economic efficiency integrated use of wood in the sawmill

Theoretical approaches to the assessment of environmental and economic efficiency. Substantiates the importance of comprehensive processing of raw materials in sawmills, woodworking industries and determine its environmental and economic effectiveness. Displaying necessity of calculating the environmental and economic performance.

Keywords: ecological efficiency, economic efficiency, complex processing, wood, crisis, ecologization.

УДК 678.023

Ст. викл. У.В. Хром'як, канд. техн. наук –
Львівський ДУ безпеки життєдіяльності

ПРОБЛЕМИ І НАПРЯМИ УТИЛІЗАЦІЇ ТВЕРДИХ ВІДХОДІВ ПЛАСТМАС

Розглянуто основні напрямки вторинного перероблення та утилізації полімерних матеріалів. Проаналізовано низку проблем, які виникають під час використання вторинної полімерної сировини, а саме: організація збирання, сортування та первинне оброблення полімерних відходів, що особливо стосується змішаних, які переважно є відходами побутового використання. Проаналізовано зміну властивостей полістиролу (ударна в'язкість, міцність при розтягу, молекулярна маса, показник текучості розплаву) у процесі багаторазового перероблення.

Ключові слова: відходи пластмас, стадії перероблення, властивості, утилізація, галузі застосування.

Промисловість полімерних матеріалів розвивається високими темпами. Починаючи з 70-х років ХХ ст. виробництво полімерів подвоюється кожні 5 років. Причому термопластичні полімери становлять приблизно 70 % від загальної кількості пластмас, що виробляються. Одним із супутніх ефектів бурхливого розвитку полімерних матеріалів є одночасне збільшення кількості полімерних відходів. Тобто відходи полімерів перетворилися в серйозне джерело забруднення навколишнього середовища [1].

За оцінками фахівців, у структурі полімерних відходів 34 % становить поліетилен (плівка, пивні ящики, відра, піддони та інші вироби), 20,4 % – поліетилентерефталат (пляшки від різноманітних напоїв та інших рідин), 17 % – ламінований папір, 13,6 % – полівінілхлорид (труби, плівка, панелі), 7,6 % – полістирол (корпуси електронної апаратури, одноразовий посуд), 7,4 % – поліпро-

пілен (побутові вироби, корпуси акумуляторів, різноманітна тара). Більшість виробів, тари та пакування із пластичних мас тривалий час зберігають свої властивості і придатні для повторного використання. Однак сьогодні збирають та переробляють лише 20 % поліетилену, 17 % поліпропілену, 12 % поліетилен-терефталат, 12 % полістиролу, 10 % полівінілхлориду. Причому промисловість здатна переробити в кілька разів більше вторинної сировини ніж її продукується сьогодні із відходів [2].

Із вторинних пластиків виготовляють елементи машин та механізмів, посуд, меблі та предмети інтер'єру, широкий перелік будівельних виробів, значні об'єми пакувальних матеріалів та тари, труби, полімерну черепицю та тротуарну плитку та багато іншого. Цей сегмент ринку вторинних матеріалів на сьогодні є досить перспективним і дає змогу не лише вирішити екологічні проблеми, а й отримати економічний зиск.

Відходи пластмас поділяють на дві великі групи: відходи виробництва; відходи споживання. Завдання утилізації і знешкодження відходів пластмас цих груп істотно відрізняються. Під час розроблення способів використання виробничих відходів головні труднощі пов'язані: з більш низькою якістю відходів порівняно з первинними пластмасами; наявністю забруднень; наявністю включень різного походження.

Під час утилізації відходів другої групи найбільші труднощі виникають із збиранням, транспортуванням і виділенням пластмас із загальної маси виробничо-побутових відходів. Оскільки вміст пластмас у побутових відходах порівняно невеликий (2-15 %), то трудомісткість виділення не завжди окупається. Тому можливі нові шляхи утилізації, які пов'язані із сумісною переробкою пластмасових відходів і побутового сміття. Коли пластмасові відходи вдається виділити, то подальша їх переробка не відрізняється від перероблення виробничих відходів пластмас.

Існують такі основні напрямки утилізації чи знешкодження пластмасових відходів: вторинна переробка відходів або використання їх в різних композиціях; термічний розклад з одержанням цільових продуктів; термічне знешкодження з регенерацією теплоти, що виділяється; розроблення фото- і біоруйнівних пластмас, які після закінчення експлуатаційного терміну здатні розкладатись до низькомолекулярних сполук, поглинатися мікроорганізмами і включатися в замкнений біологічний цикл, не створюючи негативного впливу на довкілля [3-5].

Вибір напрямку утилізації чи знешкодження пластмасових відходів визначається економічними міркуваннями, проблемами сировини, екологічними завданнями та низкою інших факторів. Процес вторинного перероблення відходів пластмас може складатися з таких стадій (рис. 1) [1]:



Рис. 1. Стадії вторинного перероблення відходів споживання

Перша стадія охоплює сортування відходів за зовнішнім виглядом, відділення непластмасових компонентів, залишків паперу чи дерев'яної тари, металевих предметів і т. ін. На другій стадії внаслідок одно- або двостадійного подрібнення матеріал повинен мати розміри, достатні для того, щоб здійснити його подальшу переробку. За здатністю до подрібнення полімери можна розмістити таким чином: полістирол > поліетилен низького тиску > поліетилен-терефталат > поліпропілен > поліамід > поліетилен високого тиску > поліуретани > фторопласти.

Найбільш ефективно подрібнюється крихкий полістирол і найменш ефективно – в'язкопружний фторопласт. Те саме спостерігається і в разі подрібнення у млинах ударної дії. На третій стадії подрібнений матеріал піддають відмиванню від забруднень органічного і неорганічного характеру різними розчинниками, засобами для миття і водою. Також відділяють металічні домішки, пропускаючи відходи через магнітні сепаратори. Домішки кольорових металів відділяють в електросепараторах.

Четверта стадія залежить від вибраного способу розділення відходів за видами пластмас. Якщо використовують мокрий спосіб, то спочатку проводять розділення, а потім – сушіння. У разі використання сухих способів спочатку подрібнені відходи сушать, а потім класифікують. Після цих операцій підсушені подрібнені відходи, за необхідності, змішують із стабілізаторами, барвниками, наповнювачами та іншими інгредієнтами і піддають грануляції. Часто на цій стадії відходи змішують з товарним полімером.

Заключна стадія – переробка грануляту у виробі – на відміну від перероблення товарного продукту, вимагає коректування режимів перероблення. Впровадження описаної вище схеми на практиці дороге і трудомістке, тому впровадження таких схем обмежене. За такою схемою переробляються, в основному, відходи споживання. Схема перероблення виробничих відходів спрощується і охоплює такі стадії (рис. 2):



Рис. 2. Схема перероблення виробничих відходів

Технологічні відходи за фізико-механічними і технологічними властивостями не відрізняються від первинної сировини. Найбільш поширений метод перероблення технологічних відходів полістиролу – лиття під тиском [6]. На рис. 3 (а, б, в, г) наведено результати зміни властивостей полістиролу в процесі багаторазового перероблення [7].

Незважаючи на деструктивні процеси, що перебігають під час багаторазового перероблення полістиролу, про що свідчить зменшення молекулярної маси, його основні фізико-механічні властивості змінюються незначно. Треба зазначити, що вміст відходів у сумішах з товарним продуктом не повинен перевищувати 20 %, в іншому випадку – різко погіршується якість одержаних виробів.

Також варто звернути увагу на відходи реактопластів, які утворюються під час виготовлення виробів або під час їх механічної оброблення. Складність перероблення відходів обумовлена їх низькою здатністю до деполімеризації, їх

нульовою здатністю до плавлення і розчинення в органічних розчинниках, наявності великої кількості наповнювача. Частка відходів на 1 т матеріалу, що переробляється, становить 5-20 %.

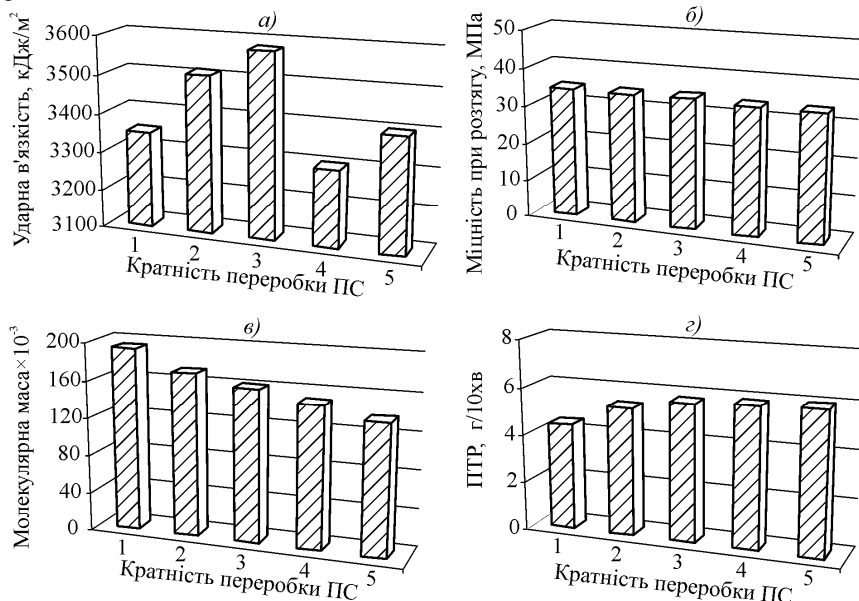


Рис. 3. Зміна властивостей полістиролу в процесі багаторазового перероблення: а) ударна в'язкість; б) міцність при розтягу; в) молекулярна маса; г) показник текучості розплаву

За будь-якого способу перероблення реактопласти містять деяку кількість незшитого полімеру, що дає змогу використовувати відходи цих матеріалів як активні наповнювачі. У разі помірного нагрівання вони можуть зберігати текучість і хімічну активність. Завдяки цьому подрібнені відходи реактопластів можна використовувати як доданки до основної сировини, що значно знижує собівартість готової продукції.

Основні шляхи використання відходів реактопластів: додавання подрібнених відходів до стандартних прескомпозицій; введення подрібнених відходів у заливні композиції, в яких як зв'язне можуть використовуватись синтетичні смоли, бетон, бітум, асфальт та ін.; виготовлення прес-матеріалів на основі відходів реактопластів різними способами: пресуванням між листами, між нагрітими валками і т. ін.; формування подрібнених відходів, просочених зв'язними, у вироби різної конфігурації; або їх суміші з будівельними чи іншими матеріалами; введення подрібнених відходів до спінених композицій; для цього можна використовувати відходи, які не суміщаються один з одним, і використовувати різні зміцнюючі матеріали (деревину, пісок, синтетичні смоли, пінобетон і т.д.). Варто також звернути увагу на переробку суміші полімерних відходів без їх попереднього розділення, що здешевлює процес утилізації, однак значно знижує фізико-механічні властивості виробів [8, 9].

Одним із способів перероблення змішаних відходів є каландрування матеріалу і одержання плит і листів для виробництва тари (меблів). Перевага цього способу полягає в легкості його регулювання шляхом зміни зазору між валками каландра. Високі міцнісні характеристики виробів забезпечуються доброю пластикацією і гомогенізацією матеріалу при переробці.

Широко використовують двошнекові екструдери. Такі екструдери працюють за принципом витіснення, тому час перебування полімеру в них за температури пластикації чітко визначений і унеможливає його затримку в зоні високих температур, що запобігає термодеструкції матеріалу.

Ще одним способом перероблення є багатоканальне, або "сендвіч"-лиття. За цього способу перероблення виріб має зовнішній шар з товарної пластмаси, а внутрішній шар може бути з відходів. З одного боку, це дає змогу значно знизити вартість виробу, а з іншого – утилізувати відходи. Такі вироби застосовуються для виготовлення меблів і виробів домашнього господарства.

Важливою умовою економічності і доцільності утилізації відходів є пошуки галузей застосування одержаних на їх основі виробів. Вироби із суміші відходів пластмас застосовують у будівництві і як елементи садово-паркового господарства. Це – плити для пішохідних доріжок, решітки для тротуарів, підлоги в робочих приміщеннях, доріжки в теплицях, листи для тепло- і звукоізоляції, захисні загорожі навколо дерев, горщики для квітів, покриття для спортивних майданчиків і т. ін. [10].

Треба зазначити, що основну кількість промислових та побутових полімерних відходів знищують захороненням або спалюванням. Проте такі способи утилізації відходів є економічно не вигідними і технологічно ускладненими. Крім того, захоронення і спалювання полімерних відходів призводить до повторного забруднення навколишнього середовища (газові викиди) і зменшення земельних угідь (організація звалищ) [11].

Література

1. Ситар В.І. Промислова екологія при виробництві та переробці полімерних матеріалів / В.І. Ситар, М.В. Бурмістр, О.С. Кабат. – Дніпропетровськ : Вид-во ДВНЗ УДХТУ, 2012. – 117 с.
2. Радовенчик В.М. Тверді відходи: збір, переробка, складування : навч. посібн. / В.М. Радовенчик, М.Д. Гомеля. – К. : Вид-во "Кондор", 2010. – 552 с.
3. Пальгунов П.П. Утилизация промышленных отходов / П.П. Пальгунов, М.В. Сумароков. – М. : Стройиздат, 1990. – 352 с.
4. Королева О.А. Переработка отходов полимерных материалов / О.А. Королева // Твёрдые бытовые отходы. – 2005. – № 5. – С. 9-10.
5. Микulyонок І.О. Основні методи і шляхи використання полімервмісних відходів / І.О. Микulyонок, Г.Л. Рябцев // Наукові вісті НТУУ "КПІ" : наук.-техн. журнал. – 2001. – № 2. – С. 135-147.
6. Хром'як У.В. Вторинне використання відходів полістирольних матеріалів / У.В. Хром'як, І.Д. Борщишин // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності : зб. наук. праць. – Львів : Вид-во Львівського ДУ БЖД. – 2012. – № 6. – С. 208-213.
7. Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник. – Калуга : Изд-во Н. Бочкаревой, 2003. – Т. 1-3. – 917 с.
8. Мартинюк М.М. Аналітичний огляд методів утилізації та перероблення відходів з пластичних мас / М.М. Мартинюк, Н.І. Доманцевич // Товарознавчий вісник : зб. наук. праць. – Луцьк, 2009. – С. 199-207.
9. Клинков А.С. Утилизация и вторичная переработка полимерных материалов : учебн. пособ. / А.С. Клинков, П.С. Беляев, М.В. Соколов. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. – 80 с.

10. Заиков Г.Е. Достижения в области вторичного использования пластических масс (обзор) / Г.Е. Заиков // Пластические массы. – 1985. – № 5. – С. 58-61.

11. Гальперин В.М. Переработка отходов термопластов / В.М. Гальперин, Э.Н. Голован, Е.В. Уманская. – М.: Изд-во НИИТЭХИМ, 1988. – 32 с.

Хромьяк У.В. Проблемы и направления утилизации твердых отходов пластмасс

Рассмотрены основные направления вторичной переработки и утилизации полимерных материалов. Проанализирован ряд проблем, которые возникают при использовании вторичного полимерного сырья, а именно: организация сбора, сортировки и первичная обработка полимерных отходов, что особенно касается смешанных, которые преимущественно являются отходами бытового использования. Проанализировано изменение свойств полистирола (ударная вязкость, прочность при растяжении, молекулярная масса, показатель текучести расплава) в процессе многократной переработки.

Ключевые слова: отходы пластмасс, стадии переработки, свойства, утилизация, отрасли применения.

Khromyak U.V. Problems and directions of utilization of hard wastes of plastics

Basic directions of the secondary processing and utilization of polymeric materials are considered. The row of problems which arise up at the use of secondary polymeric raw material is analysed, namely organization of collection, sorting and roughing-out of polymeric ones, that especially touches the mixed wastes which mainly are wastes of the domestic use. The change in the properties of polystyrene (impact strength, tensile strength, molecular weight, melt flow rate) is analyzed during repeated recycling.

Keywords: wastes of plastics, stage of processing, property, utilization, industries of application.

3. ТЕХНОЛОГІЯ ТА УСТАТКУВАННЯ ЛІСОВИРОБНИЧОГО КОМПЛЕКСУ

УДК 629.02

Проф. Б.В. Білик, канд. техн. наук;

асист. Н.В. Шевченко, канд. техн. наук – НЛТУ України, м. Львів

МОДЕЛЮВАННЯ ВЕРТИКАЛЬНИХ КОЛИВАНЬ ЛІСОВОЗНОГО АВТОПОТЯГА З УРАХУВАННЯМ ІНЕРЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ПАКЕТА НАПІВСТВОБУРІВ

Розглянуто методику розрахунку моменту інерції та координат центра маси пакета напівстовбурів за даними щодо його розмірів і ваги. Обґрунтовано схему еквівалентної динамічної моделі для розрахунку вертикальних коливань лісовозного автопотяга з двовісним балансиричним розпуском. Складено математичну модель, яка описує вертикальні коливання автопотяга з урахуванням вертикально-кутових коливань пакета напівстовбурів. Імітаційним моделюванням підтверджено вплив маси та довжини пакета на показники плавності ходу автопотяга.

Ключові слова: лісовозний автопотяг, розпуск, балансирна підвіска, момент інерції, вертикальні коливання, імітаційне моделювання.

Вступ. Складні умови транспортування деревини на лісових дорогах спричиняють значні динамічні навантаження на дорогу, а також ходову систему і агрегати лісовозного автомобіля. Використовуючи математичне та імітаційне моделювання коливань лісовозного автопотяга, можна вибрати потрібні параметри його підвіски та зменшити динамічні навантаження на транспортний засіб і руйнування доріг.

Розподіл мас автопотяга характеризується двома основними параметрами: положенням центрів мас і їхніми моментами інерції. На коефіцієнти розподілу підресорених мас автопотяга впливають розміри пакета деревини і маси основних вузлів автомобіля. Для оцінки вертикальних коливань лісовозного автопотяга-тягача розглянемо методику визначення відповідних моментів інерції та проведемо моделювання руху автопотяга як з пакетом деревини, так і без нього.

Об'єкт і методика. Об'єктом дослідження прийнято лісовозний автопотяг Урал-4320+ГКБ-9851, що складається з трьохосового автомобіля і розпуски (рис. 1).

Еквівалентну динамічну модель для розрахунку вертикальних коливань лісовозного автопотяга з пакетом напівстовбурів розглядатимемо як плоску динамічну систему. Дискретні маси моделі автомобіля і розпуски виконують коливання тільки в поздовжній вертикальній площині вздовж осі z , а розподілена маса пакета деревини – вертикально-кутові відносно поперечної осі y , що проходить через її центр ваги (рис. 2).

У наведеній моделі прийнято такі позначення: m_1, m_2, m_0 – дискретні підресорені маси автомобіля без вантажу; m_0, J_{y0} – маса та момент інерції пакета напівстовбурів; m_p – власна маса розпуски без урахування мас його осей; m_5 – маса одного балансира розпуски; c_{p1}, c_{p2} – жорсткість двох передніх ресор та