**II. МАШИНОБУДУВАННЯ ТА МАТЕРІАЛООБРОБКА**

Іскович-Лотоцький Р. Д.

Мовчанюк М. О.

*Вінницький
національний
технічний
університет*

УДК 621.979.702.406

**СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА
ОБЛАДНАННЯ
ФОРМОУТВОРЕННЯ ДЕТАЛЕЙ
З ДЕРЕВИННО-ПОЛІМЕРНИХ
КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ**

Рассмотрены процессы и оборудование для формообразования деталей из древесно-полимерных композиционных материалов. Проанализированы преимущества и недостатки существующих процессов формообразования (экструзионного, инжекционного, литья под давлением, ротационного, прессового). Предложен высокоэффективный способ получения деталей сложной конфигурации - вибропрессование.

Processes and equipment for getting form of details from wood-polymeric materials of compositions are considered. Advantages and lacks of existent processes of getting form are analyzed (extrusion, injection, and casting under pressure, rotary, press). The high-performance method of receipt of details of the complicated configuration is offered - vibropressing.

Одним із перспективних напрямків розвитку сучасних ресурсозберігаючих технологій є заміна натуральної деревини на композитні матеріали. Такими матеріалами є деревинно-полімерні композитні матеріали (ДПКМ), що поєднують в собі переваги синтетичних та природних матеріалів. Сучасний ринок дає широкі можливості застосування ДПКМ в будівництві (будівельні елементи: деккінг, баляси, віконні та дверні профілі, сайдинг та аксесуари, кривля), в автомобілебудуванні (автомобільні деталі: внутрішні панелі, коробки, підйомні полки, поли вантажівок, елементи сидінь), в побуті (столи, стільці, меблі, садові конструкції), тощо.

Найбільшу перспективу мають ДПКМ на термопластичній зв'язці, основними компонентами яких є подрібнена деревина, синтетичні чи органічні термопластичні полімери (Поліетилен (PE), Поліпропілен (PP), Полівінілхлориди (PVC)) та спеціальні хімічні домішки (модифікатори), що поліпшують технологічні та інші властивості.

Такі матеріали дають можливість отримувати напівфабрикати та готові вироби будь-якої форми з суміші деревини та пластика методом екструзії чи пресування з продуктивністю, характерною для пластмасового виробництва. На даний час для виробництва деталей з ДПКМ використовують екструзійне, інжекційне, ротацийне та пресове обладнання [1, 2, 3, 4, 6]. Перспективним є використання вібраційного пресового обладнання [5,7].

Метою даної статті є порівняльний аналіз можливостей існуючого обладнання та обґрунтування вибору вібропресового обладнання як перспективного напрямку в галузі обробки деревини.

Найбільш поширеним видом переробки ДПКМ є екструзія. За допомогою цієї технології виготовляють довгомірні вироби – плити та профілі різної конфігурації, а також пустотілі профілі (рис.1, 2).

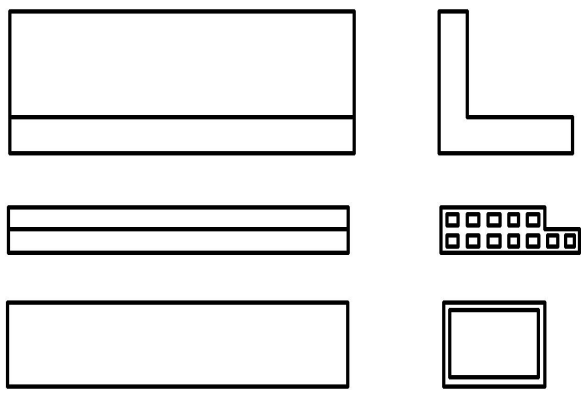
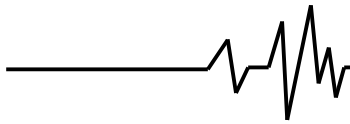


Рис. 1 Довгомірні вироби – плити та профілі різної конфігурації.

Сутність даного технологічного процесу полягає в тому, що сформована та розігріта термоформуєма композиційна суміш витискується через профільний отвір філь'єри. Такий метод є досить продуктивним, але має недолік: невелике відхилення від технології порушує складні процеси течії та формування «рідкого дерева». Також ця технологія обмежена профільними виробами. Наприклад, для виготовлення сидіння стільця спочатку на екструдері отримують плоску плиту, а потім в розігрітій прес-формі пластичним деформуванням отримують кінцевий продукт (рис.3) [1, 2].

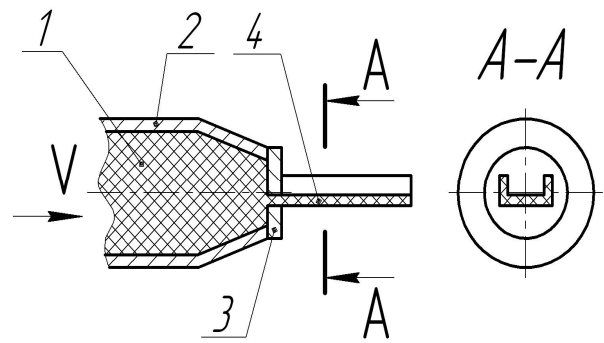


Рис. 2 Схема отримання довгомірних профілів методом екструзії:

1 – розігріта термоформуєма композиційна суміш; 2 – робочий циліндр екструдера; 3 – філь'єра; 4 – довгомірний виріб.

Ще одним видом формування виробів з ДПКМ є лиття під тиском. Цей метод дозволяє отримувати вироби об'ємної форми (рис.4).

Сутність технологічного процесу: термоформуєма композиційна суміш у вигляді гранул чи порошку подається в бункер і далі в розігрітий циліндр, де відбувається її розм'якшення. Потім за допомогою

гідравлічного поршня виміряна кількість суміші під тиском подається в форму, яка попередньо підігріта з метою забезпечення рівномірного розтікання пластичного матеріалу. Після цього виріб охолоджується і виймається з форми [3,4].

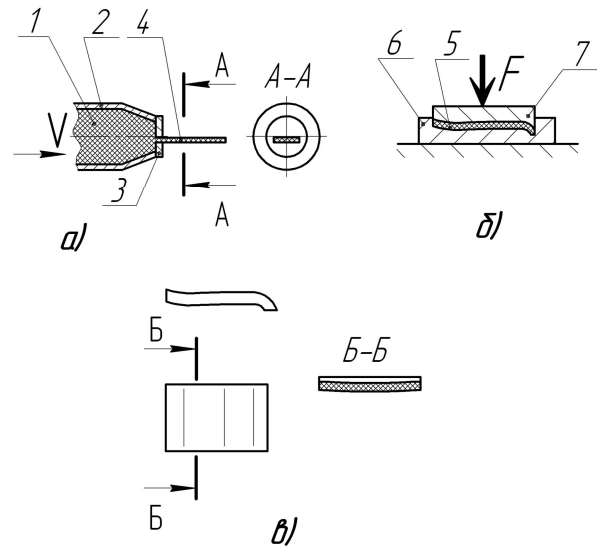


Рис. 3 Схема отримання об'ємних виробів методом екструзії:

а – отримання на екструдері плоскої плити (1 – розігріта термоформуєма композиційна суміш, 2 – робочий циліндр екструдера, 3 – філь'єра, 4 – плоска плита);
б – формування виробу пластичним деформуванням в розігрітій прес-формі (5 – виріб, 6 – матриця, 7 – пуансон);
в – отриманий виріб об'ємної форми.

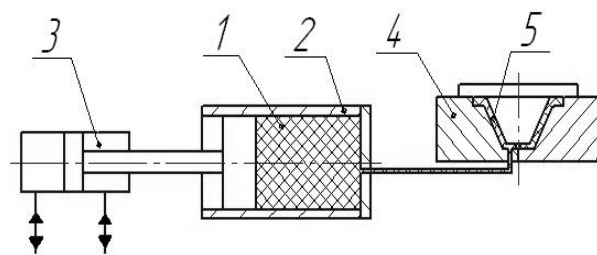
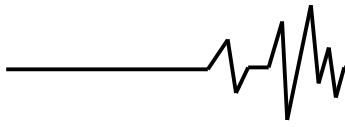


Рис. 4 Схема отримання виробів методом лиття під тиском:

1 – розігріта термоформуєма композиційна суміш; 2 – розігрітий робочий циліндр; 3 – гідроциліндр для подачі під тиском виміряної кількості суміші в форму; 4 – ливарна форма; 5 – виріб.

Таке формування дає змогу отримувати більше найменувань виробів з ДПКМ у порівнянні з екструзією. Однак і ця технологія має ряд недоліків: нерівномірне заповнення



ливарної форми, не застигання суміші у в формі, абразивний знос плунжерних та інших вузлів машин, а також необхідність точного дотримання технології.

Одним з нових методів формування виробів з ДПКМ є ротаційне формування. В ході процесу, який ще називають «методом ротаційного спікання», відбувається заповнення нагрітої форми, що обертається, «вільно текучим» порошком. При охолодженні форми частинки порошку спікаються на її поверхні (рис. 5). Цей метод є досить вимогливим до виготовлення вихідної суміші, а саме до розподілення її складових після приготування.

Полімерні складові повинні перемелюватись з деревиною в порошок. При цьому частинки полімеру повинні щільно обволікати поверхню частинок деревини. В результаті цього після вистигання виробу отримується рівнощільна структура [6].

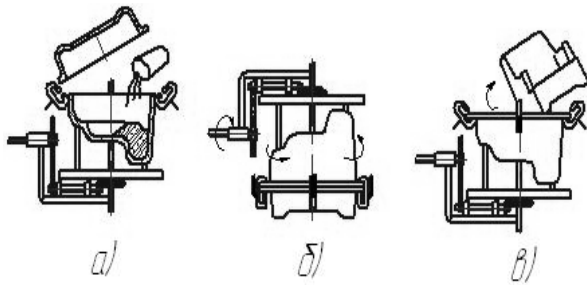


Рис. 5 Схема отримання виробу методом ротаційного формування:

- а – завантаження вихідної суміші;
- б – нагрів та охолодження з суміщенням обертанням форми;
- в – видалення готового виробу.

Для формування виробів з ДПКМ застосовується також пресування в формах, наприклад, з використанням гідравлічних пресів. В технологічному виконанні існує два підходи. За одним з них гранульований матеріал розміщується у формі, пресується і підігрівається, а потім охолоджується. За іншим – пресування здійснюється для готового профілю (наприклад плити) з ДПКМ [1, 2, 3].

Порівнюючи вищезгадані методи отримання виробів з ДПКМ із пресовим формуванням, можна сказати, що метод пресового формування має ряд переваг. Екструзійне виготовлення, ротаційне формування та лиття під тиском мають ті чи інші технологічні обмеження, обладнання є досить складним та дорогим, а також вони відрізняються складністю налагодження. Тому

ці методи є економічно обґрунтованими лише у масовому виробництві.

Пресове ж обладнання достатньо просте, дешеве, доступне та нескладне в обслуговуванні. Проблеми виникають при пресуванні виробів складнопросторової форми внаслідок нерівнощільності маси ДПКМ по об'єму виробу (рис. 6).

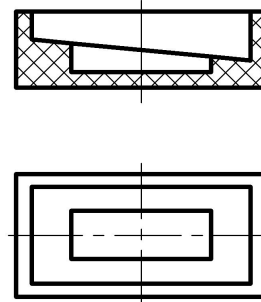
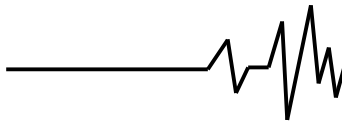


Рис. 6 Складнопросторовий виріб типу «тара».

Дана задача була вирішена за допомогою прикладання вібронавантаження до пресформи під час статичного пресування або застосування віброінерційного пресування без статичного прижиму (рис. 7) [5, 7].

Виміряна кількість вихідної суміші засипається в матрицю 8. За допомогою колон з вбудованими пневмоциліндрами 11 і траверси 9 пуансон 6 починає втискуватись в матрицю 8, починаючи формування виробу 7. Не знімаючи навантаження з пуансону 6, що створюється пневмоциліндрами 11, в підплунжерну порожнину 4 подається рідина з пульсуючим тиском, що формується генератором імпульсів тиску. Таким чином матриця 8 і пуансон 6 під час формування передають виробу 7 вібраційне навантаження. Під час пресування, в залежності від технологічного процесу, навантаження пуансону 6 може створюватись не пневмоциліндрами 11, а вантажем 10, тоді виріб 7 сприймає віброінерційне навантаження. Далі сформована суміш розігрівається, охолоджується і готовий виріб 7 виймається з матриці.

Це дає змогу набагато зменшити час пресування в порівнянні з простим статичним пресуванням; набагато зменшити зусилля пресування, що призведе до спрощення і здешевлення пресового обладнання. Пресування з вібронавантаженням дає можливість, в порівнянні з статичним пресуванням, збільшувати висоту виробу при збереженні необхідної рівнощільності, а значить і міцності.



Література

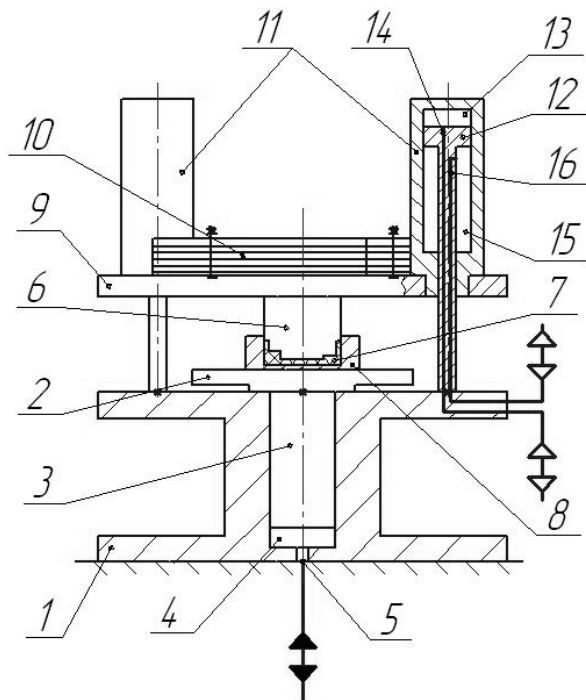


Рис. 7 Вібропресова машина:

1 – станина; 2 – вібростіл; 3 – плунжерний гідроциліндр; 4 – підплунжерна порожнина; 5 – подача рідини від генератора імпульсів тиску; 6 – пуансон; 7 – виріб; 8 – матриця; 9 – траверса; 10 – вантаж; 11 – колони суміщені з пневмоциліндрами для статичного притискування; 12 – пневмопоршень; 13 – надпоршнева порожнина; 14 – подача повітря в надпоршневую порожнину; 15 – підпоршнева порожнина; 16 – подача в підпоршневую порожнину.

Висновки

Технологічні процеси отримання виробів з ДПКМ на вібропресовому обладнанні мають суттєві переваги над екструзійним, ротаційним обладнанням та обладнанням для лиття під тиском внаслідок того, що таке обладнання є порівняно недорогим та простим в обслуговуванні. Досвід роботи кафедри МРВОАВ Вінницького національного технічного університету в цьому напрямку підтверджує його перспективність та конкурентоспроможність створеного вібраційного обладнання.

1. Древесно-полимерные композиты [Электронный ресурс] / А.В. Абушенко // Новые технологии переработки пластмасс.- 2006. – Режим доступа до журн.: http://www.polymer.ru/letter.php?n_id=1351&cat_id=3.html
2. Экологически чистый материал – древесно-полимерный композит на основе дисперсной древесины и термопластичных полимеров. [Электронный ресурс] / КОСЕНКО В. Г., ВОХМЯНИН Н. А., КОВАЛЕНКО Т. В. // ЛесПромИнформ.- 2007.- Режим доступа до журн.: <http://www.lesprom.spb.ru/newsite/main/article.php?lang=ru&num=n11&part=5&art=4.html>
3. Экжеция сочетает в себе экструзию и литье под давление. [Электронный ресурс] / Источник: www.engel.info, www.ibsteiner.com, www.hcp0.com // АНАЛИТИЧЕСКИЙ ПОРТАЛ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. – 2006. - Режим доступа до журн.: http://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=1284&cat_id=8.html
4. Древесно-полимерные композиты в мебельной индустрии. [Электронный ресурс] / Источник: Мир пластмасс, 2006, №6 // Режим доступа до журн.: http://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=1039&cat_id=8.html
5. Іскович-Лотоцький Р.Д. Основи теорії розрахунку та розробки процесів і обладнання для віброударного пресування. Монографія Універсам – Вінниця 2006 – 338с.
6. РОТАЦИОННОЕ ФОРМОВАНИЕ. [Электронный ресурс] / Источник: Полимерные материалы, 2001, №11,12 // Режим доступа до журн.: <http://www.anion-msk.ru/technology/rotomolding.html>
7. Іскович-Лотоцький Р.Д., Обертюх Р.Р., Севостьянов І.В. Процеси та машини вібраційних і віброударних технологій. Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 291 с.