

УДК 678.027.3

П. П. САВЧУК, Ю. М. ГРЕБЕНЧАК, І. М. ТКАЧУК, Д. А. ГУСАЧУК

ВПЛИВ ТИСКУ ФОРМУВАННЯ ЗА ЕКСТРУЗІЇ НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ДЕРЕВО-ПОЛІМЕРНИХ КОМПЗИТІВ

Досліджено вплив тиску формування на фізико-механічні властивості дерево-полімерного композиту. Результати показали значне покращення фізико-механічних властивостей таких як міцність за згину твердість, густина при збільшенні тиску формування. Встановлено суттєве зниження показників водопоглинання за збільшення тиску формування. Зроблено висновки, що покращення фізико-механічних властивостей відбувається за рахунок кращого проникнення полімеру в глибину наповнювача.

Ключові слова: дерево-полімерний композит (ДПК), екструзія, водопоглинання, фізико-механічні властивості.

Вступ. Дерево-полімерний композит або дерево-пластиковий (ДПК) виготовлено із звичайного чи повторно переробленого пластику та дрібних частинок деревини (деревної муки) або волокон. Деревно-пластикові композити є відносно новими матеріалами в порівнянні з довгою історією природних пиломатеріалів або традиційних деревних композитів, таких як ДСП або ДВП. Широкого використання деревні полімерні композити набули в США. Вони виготовляються шляхом змішування деревних частинок (деревної муки) і переробленого пластику. Завдяки хорошим експлуатаційним властивостям північноамериканський ринок ДПК активно розвивається. У міру збільшення об'ємів та сфер використання ДПК розробляються нові безпечні для здоров'я та довкілля екологічні та біодеградабельні матеріали на основі рослинних волокон чи порошків. Процес екструзії деревно-пластикових композитів відрізняється від екструзії звичайних пластмас. При цьому полімер повинен охопити всю поверхню деревної частинки, проникнути в її пори і тим самим забезпечити щільну молекулярну взаємодію між деревиною і полімером. З огляду на це, важливим є склад суміші, технологічний рівень обладнання та величина тиску під час екструзії.

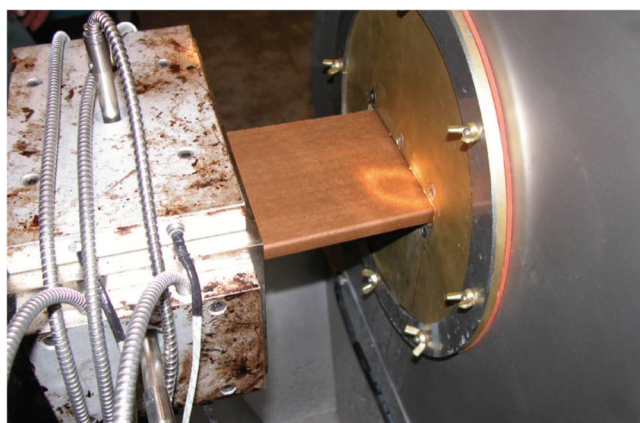
Технологія виготовлення зразків. В цілому, виготовлення зразків з ДПК це двостадійний процес. Змішування деревної муки і полімеру (наприклад поліетилену високої щільності, поліетилену низької щільності та полівінілхлориду), їх змішують разом до тістоподібної консистенції – рецептури. Змішування може бути ручним для кожної порції чи технологічним (безперервним) процесом. Крім того, до основного інгредієнту – деревини додають різного роду речовини (зокрема стабілізатори, піноутворюючі речовини, барвники) для покращення кінцевих властивостей. Наприклад, мастила покращують зовнішній вигляд поверхні.

При литті під тиском розплавлений композит виштовхують в холодну форму, а під час пресування розплавлений композиційний матеріал знаходиться між двома половинами форми.

В даному випадку використали метод екструзії, при якому розплавлений композит виштовхується через фільтр у прес форму (рис. 1), оскільки більшість ДПК виробляється за допомогою екструзії, під час якої використовуються різні типи екструдерів, щоб сформувати кінцеву форму матеріалу.



а



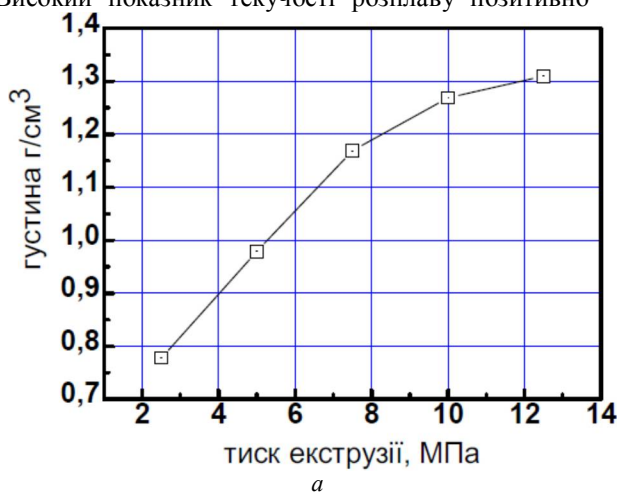
б

Рис. 1 – Формування деревно-полімерного композиту методом екструзії: а – машина для лиття під тиском; б – частина сформованого виробу з дерево-пластикового композиту.

Визначення показників водопоглинання проводилось відповідно до ГОСТ 4650-80. Зразки для випробувань виготовляли механічною обробкою відповідно до ГОСТ 26277. Твердість,

міцність на згин та густину визначали за ISO 2039-1 (DIN 53456), ГОСТ 9550-81 і ГОСТ 15139-69 відповідно.

Результати досліджень. Під час оцінювання технологічності термопластів головною характеристикою є показник текучості розплаву. Під цим розуміють певну масу розплаву полімеру (в грамах), яка витікає через калібрований капіляр стандартних розмірів під дією фіксованого навантаження за певної вибраної температури розплаву, визначеної для кожного полімеру. Ця методика є основою для рекомендацій щодо способу переробки полімерних матеріалів на виробі. Високий показник текучості розплаву позитивно



впливає на однорідність матеріалу, а саме призводить до зменшення кількості пор, кращого зчеплення з поверхнею деревної частинки полімеру та кращого його проникнення в частинку, що в свою чергу забезпечує щільну молекулярну взаємодію між деревиною і полімером. Однак, видаленню бульбашок газу та забезпеченню однорідності матеріалу сприяє й тиск, що діє на зразок під час екструзії. На рис. 2, а показано залежність густини дерево-полімерного композиту від тиску екструзії.

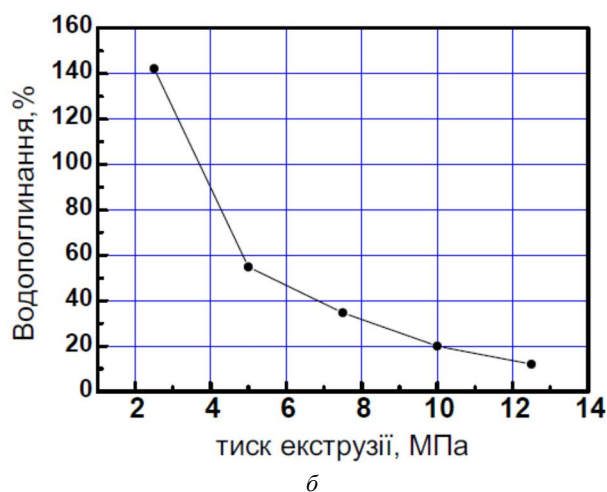


Рис.2 – Вплив тиску за екструзії: а – на густину(щільність) дерева-полімерного композиту; б – на показники водопоглинання дерева-полімерного композиту

Як видно із залежності, густина матеріалу збільшується з підвищенням тиску майже вдвічі, що в свою чергу позитивно впливає на показники водопоглинання. Адже, від густини матеріалу, а точніше від пористості залежить показник водопоглинання. Так при збільшенні тиску формування за екструзії дані показники знижуються майже у 12 разів (див. рис. 2, б). Такі відносно низькі значення водопоглинання можемо пов'язати з підвищенням густини композитного матеріалу, адже в основному поглинання води відбувається в зовнішніх шарах композиційних матеріалів і послідовно проникає вглиб матриці. Поглинання води ДПК залежить від пористості, кількості деревної муки і доступності зовнішньої води. Композити зазвичай пористі, а ступінь їх пористості визначається вологістю сировинного матеріалу і умовами переробки (в першу чергу локальним перегрівом), які визначають щільність (питому вагу) кінцевого виробу. Чим більший вміст води у вихідній сировині, тим вища кількість летючих продуктів, що утворюються при переробці; чим вища пористість, тим нижча щільність матеріалу і тим вищий показник поглинання води.

Пори в композиційних матеріалах зазвичай відкриті і утворюють ланцюжки, що пронизують всю матрицю. Вода проникає всередину композиційної матриці дуже повільно. У деревині ж проникнення води відбувається швидше. Мінеральні наповнювачі, як правило, не поглинають воду або поглинають в дуже малій кількості, тому

вони знижують показник водопоглинання. Що стосується полімеру, то чим нижчий його вміст, тим вищий показник поглинання води за такого ж хімічного складу. Тому збільшення вмісту полімеру в композиті веде до зменшення поглинання води.

Випробування на водопоглинання зразків полімерів, деревини і дерева-полімерних композитних матеріалів показало, що найбільш стійкими до поглинання вологи є чисті полімерні матеріали, але дерево-полімерні композити також мають достатньо низькі показники водопоглинання див. рис. 2. Такі низькі показники (порівняно із звичайним деревом) є однією з найбільших переваг дерева-полімерних композитних матеріалів, а це в свою чергу відноситься насамперед до стійкості мікробіологічного розкладання. Для зменшення показника водопоглинання композиційного матеріалу намагаються до його хімічного складу додавати якомога більше полімерної складової настільки, наскільки це можливо. Густина (щільність) у ДПК вища, ніж у деревини і чистих полімерних матеріалів. Це пов'язано з вмістом в складі композиційних матеріалів мінеральних наповнювачів, а також з тим, що щільність деревної муки вища, ніж щільність звичайної деревини.

Загалом підвищення тиску екструзії сприяє покращенню якості всього композитного матеріалу, зокрема про це свідчать результати дослідження, представлені на рис. 2 та показники міцнісних характеристик наведенні в рис. 3.

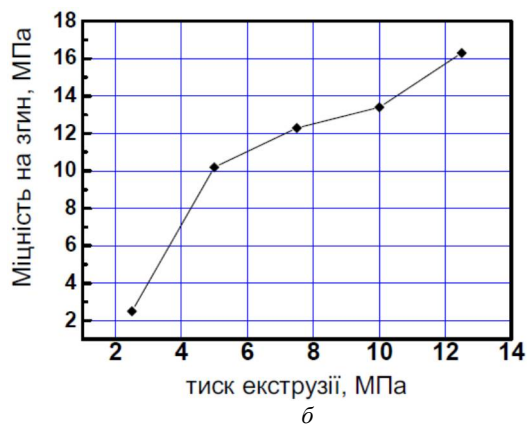
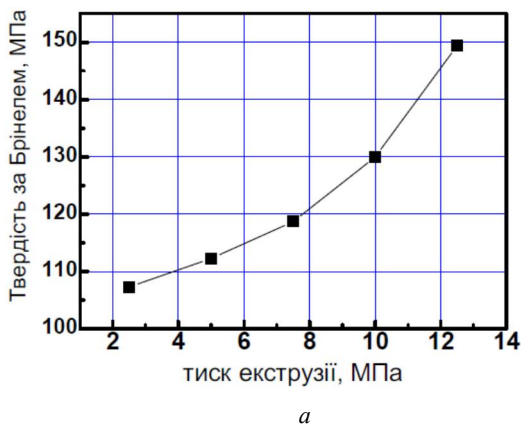


Рис.3 – Вплив тиску за екструзії на:

a – твердість дерево-полімерного композиту; *б* – міцність дерево-полімерного композиту

Як свідчать результати досліджень, за збільшення тиску екструзії зростає й твердість композитного матеріалу майже в 1,5 рази (див. рис. 3, *a*), а міцність за згину майже у 7 разів (див. рис. 3, *б*).

Висновки. Отже, досліджено вплив тиску формування на фізико-механічні властивості дерево-полімерного композиту. Зокрема, збільшення тиску формування за екструзії підвищує густину (щільність) дерево- полімерного матеріалу у 2 рази, твердість – у 1,5 рази, міцність за згину – у 7 разів. При цьому показники водопоглинання знижуються майже у 12 разів. Це призводить до кращих експлуатаційних характеристик, зокрема стійкості мікробіологічному розкладанню. Результати дослідження свідчать про те, що збільшення тиску формування, в цілому, покращує

фізико-механічні властивості дерево-полімерних композитів за рахунок кращого проникнення полімеру в глибину наповнювача. Отримані результати підтверджуються іншими вітчизняними та закордонними працями [1, 2] та ін.

Список літератури: 1. Касперович О.М. Разработка технологии производства высоконаполненных древесно-полимерных компонентов / О.М. Касперович, В.В. Яценко, Е.С. Лосик // Труды БГТУ. – Минск. – 2012. – № 4. – С. 142–144. 2. Клесов А.А. Древесно-полимерные композиты / А.А. Клесов. – СПб.: НОТ, 2010. – 353 с

Bibliography (transliterated): 1. Kasperovych O. V., V. V. Yatsenko and E. S. Losyk. «Razrobotka tehnologii proizvodstva vysokonapolnennyh drevsesno-polimernyh komponentov». *Trudy BGTU Minsk*, 2012. 142–144. Print. 2. Klesov A. A «Drevesno-polimernye kompozity.» SPb, NOT (2010) 353.

Надійшла (received) 21.12.2015

Відомості про авторів / About the Authors

Савчук Петро Петрович – доктор технічних наук, професор, Луцький національний технічний університет, професор кафедри матеріалознавства та пластичного формування конструкцій машинобудування м. Луцьк; тел.: (066) 789-28-93; e-mail: savchuk71@gmail.com

Гребенчак Юлія Миколаївна – кандидат технічних наук, Луцький національний технічний університет, старший викладач кафедри матеріалознавства та пластичного формування конструкцій машинобудування; м. Луцьк, (095) 212-51-79; e-mail: tkachuk-yulya@yandex.ru

Ткачук Іванна Миколаївна – Луцький національний технічний університет, аспірант; (095) 309-16-15; e-mail: ivanna_tkachuk@ukr.net

Гусачук Дмитро Анатолійович – кандидат технічних наук, доцент, Луцький національний технічний університет, доцент кафедри матеріалознавства та пластичного формування конструкцій машинобудування; м. Луцьк, тел.: (099) 244-15-95; e-mail: gda2002@yandex.ua

Savchuk Petro Petrovych – Doctor of Technical Sciences, Full Professor, Lutsk National Technical University, Associate Professor at the Department of Materials Science and Engineering Constructions of Plastic Formation Lutsk; тел.: (066) 789-28-93; e-mail: savchuk71@gmail.com

Hrebenchak Yulia Mykolayivna – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), Lutsk National Technical University, Associate Professor at the Department of Materials Science and Engineering Constructions of Plastic Formation; (095) 212-51-79; e-mail: tkachuk-yulya@yandex.ru

Tkachuk Yvanna Mykolayivna – Lutsk National Technical University, graduate student; (095) 309-16-15; e-mail: ivanna_tkachuk@ukr.net

Husachuk Dmytro Anatoliyovych – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), Docent, Lutsk National Technical University, Associate Professor at the Department of Materials Science and Engineering Constructions of Plastic Formation; тел.: (099) 244-15-95; e-mail: gda2002@yandex.ua