

А.О. ТРЕТЯКОВ, канд. техн. наук, ДХТУ,

В.Ф. ГАШКЕВИЧ, канд. техн. наук, **Т.В. МАСЛОВА**, студент, ДНГУ

ПОЛІМЕРНІ КОМПОЗИТИ АРМОВАНІ БАЗАЛЬТОВИМИ ВОЛОКНАМИ

Розглянуто питання армування полімерних композиційних матеріалів з базальтовими волокнами. Отримано полімерні композиції, армовані базальтовими волокнами антифрикційного призначення, які відрізняються високою працездатністю у широкому інтервалі навантажень.

The issues of reinforcing polymeric composite materials with basalt fibers have been considered. Polymeric compositions reinforced with basalt fibers of antifrictional purpose characterised with high performance in a wide range of loadings have been obtained.

У волокнистих композитах армуючий наповнювач сприймає основні напруження, що виникають в композиції при дії зовнішніх навантажень. Матриця, яка заповнює собою простір між волокнами, забезпечує спільну роботу окремих волокон за рахунок власної твердості і взаємодії, що існує на границі розподілу матриця-волокно. Отже, механічні властивості композита визначаються трьома основними параметрами [1]:

- міцністю армуючих волокон;
- твердістю матриці;
- міцністю зв'язку на границі матриця-волокно.

Співвідношення цих параметрів характеризують весь комплекс механічних властивостей матеріалу і механізм його руйнування. Працездатність композита забезпечується як правильним вибором вихідних компонентів, так і раціональною технологією виробництва, що забезпечує міцний зв'язок між компонентами при збереженні первісних властивостей.

З ростом вмісту в композиті армуючого наповнювача міцнісні властивості пластику зростають.

Однак, існує межа, після якої, зі збільшенням ступеня наповнення композиції волокнистим наповнювачем міцнісні властивості різко погіршуються. Цей факт можна пояснити тим, що при збільшенні вмісту волокон у композиції не вдається забезпечити їхнє рівномірне просочення зв'язуючим, у результаті чого, міцність зв'язку між волокном і полімерною матрицею знижується і, як наслідок, знижуються міцнісні характеристики композита.

Для вивчення впливу складу композита на механічні, теплофізичні і триботехнічні властивості ступінь наповнення зв'язуючого базальтовими і рослинними волокнами змінювали від 40 до 70 мас. % [2].

Властивості отриманих пластиків наповнених базальтовими волокнами представлені в таблиці. Аналізуючи отримані дані можна зробити висновок, що найбільш оптимальне співвідношення механічних і теплофізичних властивостей мають пластики, які містять 60 мас. % базальтових волокон.

Таблиця

Вміст вмісту базальтових волокон на механічні і теплофізичні властивості базальтопластика на основі феноло-формальдегідного зв'язуючого СФ-010

Властивості	Вміст у композиції базальтових волокон, мас. %						
	40	45	50	55	60	65	70
Густина, g/cm^3	1615	1632	1664	1678	1707	1728	1736
Міцність, МПа:							
при вигині	29,5	37,5	68,1	75,6	33,1	78,6	73,7
при стиску	12,4	21,4	14,4	58,3	60,9	47,7	31,4
Ударна міцність за Шарп, kJ/m^2	26,0	26,2	26,5	27,7	39,0	35,4	35,9
Температура за Мартеном, $^{\circ}\text{C}$	147	145	170	179	185	180	165

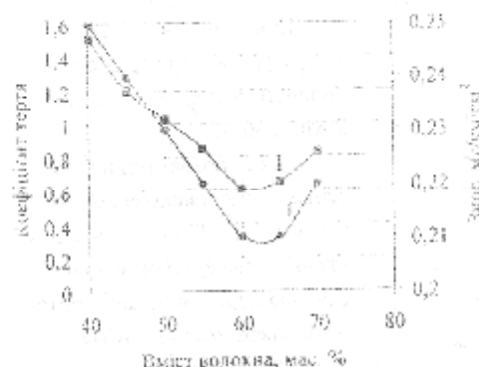


Рис. 1 Залежність коефіцієнта тертя (I) і інтенсивності зносу (II) базальтопластиків (без змашинки) від вмісту армуючих волокон у композиті.

На рис. 1 видно, що залежності коефіцієнта тертя та інтенсивності зносу базальтопластиків від вмісту волокон у композиті.

Виходячи з даних, представлених на рис. 1, можна зробити висновок, що найменше значення коефіцієнта тертя та інтенсивності зносу при змазанні базальтопластиком, що містить 60 мас. % армуючого наповнювача.

Порівнюючи дані таблиці з даними рис. 1 стійко-

значити, що базальтопластики, які містять 60 мас. % базальтових волокон мають найвищі фізико-механічні показники та найкращі антифрикційні властивості і здатні з вуглепластиками [3]. Для базальтопластика, що містить 60 мас. % базальтового волокна було досліджено вплив питомого навантаження і швидкості ковзання на триботехнічні характеристики.

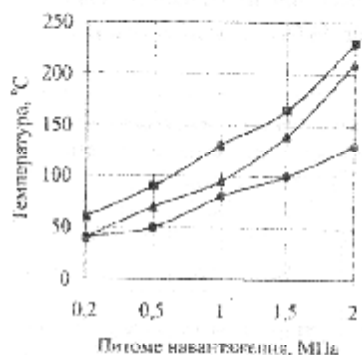


Рис. 2. Залежність температури в зоні тертя базальтопластика від швидкості ковзання і питомого навантаження при швидкостях ковзання: \circ - 0,3 м/с, \blacktriangle - 0,5 м/с, \blacksquare - 1,0 м/с

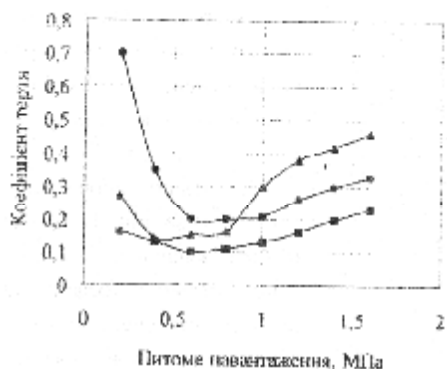


Рис. 3. Залежність коефіцієнта тертя базальтопластика від питомого навантаження при швидкостях ковзання: \circ - 0,3 м/с, \blacktriangle - 0,5 м/с, \blacksquare - 1,0 м/с

На рис. 2 представлена залежність температури в зоні тертя базальтопластика від швидкості ковзання і питомого навантаження.

Виходячи з даних рис. 2 можна зробити висновок, що при швидкості 0,3 м/с температура в зоні тертя базальтопластика зростає, але при навантаженні 2 МПа залишається досить прийнятною (130°C) для роботи матеріалу, тому що теплостійкість базальтопластика дорівнює 185°C.

Для швидкості ковзання 0,5 м/с по досягненні питомого навантаження 2 МПа температура в зоні тертя досягає 210 °С, що значно вище теплостійкості матеріалу.

При швидкості 1,0 м/с температура в зоні тертя базальтопластика під навантаженням 2 МПа 230 °С.

Отже прашездатність матеріалу для швидкостей ковзання 0,5 і 1,0 м/с у наслідку високої температури в зоні тертя знаходиться нижче питомого навантаження 2 МПа.

На рис. 3 представлено залежності коефіцієнта тертя базальтопластика від швидкості ковзання і питомого наванта-

ження. З даних рис. 3 видно, що для швидкості ковзання 0,3 м/с найнижчий коефіцієнт тертя притаманний базальтопластикам, які працюють при навантаженні 0,5 – 1,0 МПа, для швидкості ковзання 0,5 м/с зі збільшенням питомого навантаження коефіцієнт тертя змінюється не так значно як для швидкості 0,3 м/с; для швидкості ковзання 1,0 м/с зі збільшенням питомого навантаження коефіцієнт тертя змінюється різко і найменше значення приймає в інтервалі 0,3 – 0,5 МПа.

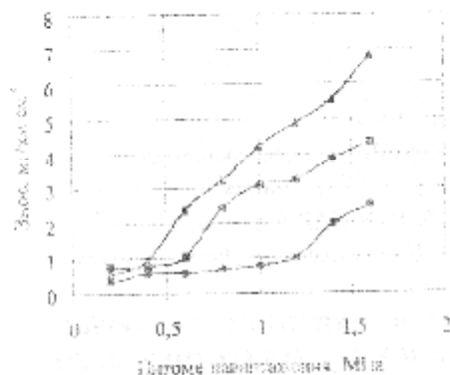


Рис. 4. Залежність інтенсивності зносу базальтопластика від питомого навантаження при швидкостях ковзання: \circ - 0,3 м/с, \blacktriangle - 0,5 м/с, \blacksquare - 1,0 м/с

Для швидкості ковзання 0,3 м/с з підвищенням питомого навантаження до 1,0 МПа знос матеріалу збільшується повільно і помірно, а потім швидко зростає. Половина зростає як критій для швидкості ковзання 0,3 м/с відповідає зміні навантаження від 0,2 МПа до 1,0 МПа.

Для швидкості ковзання 0,5 м/с цей інтервал складає 0,2 – 0,6 МПа, а потім спостерігається різке збільшення зносу матеріалу.

Для швидкості ковзання 1,0 м/с – 0,2 – 0,4 МПа, а починаючи з 0,4 МПа знос різко збільшується.

Основною характеристикою, що визначає граничні умови експлуатації матеріалу є фактор PV (добуток питомого навантаження на швидкість ковзання) [4]. У результаті досліджень встановлено, що базальтопластики можуть працювати при значеннях критерію PV не більш 0,6 МПа·м/с.

Список літератури: 1. Михайленко Ю. А. Складові для полімерних композиційних матеріалів / Михайленко Ю. А., Ковбас М. Л., Горбунова Н. Ю. // Пластичні матеріали. – 2002. – № 2. – С. 14 – 21. 2. Третьяков А. О. Вплив острия на физико-механические свойства базальтопластиков на основе феноло-формальдегидного связующего / Третьяков А. О., Гринина Т. А., Ватаманчук П. И. // Региональная конференция молодых ученых, та студентов в актуальных вопросах науки и техники. – Днепропетровск. – 1999. – С. 91. 3. Третьяков А. О. Untersuchung der Verarbeitbarkeit Eigenschaften der mit Fasern verstärkten Phenoplaste / A. O. Tretjakov, P. I. Vatchanik.

Поступила в редакцию 17.06.2009

УДК 622.73

П.И. ПИЛЮВ, докт. техн. наук, ДНГУ,
Л.Ж. ГОРБЕЦ, докт. техн. наук, ДНГУ, г. Днепропетровск,
В.Н. БОВЕНКО, докт. техн. наук, МГТУ, г. Москва,
Н.С. ПРЯДКО, канд. техн. наук, ИТМ НАН Украины,
И.В. ВЕРХОРОБИНА, ИГТМ НАН Украины, г. Днепропетровск

О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА СТРУЙНОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АКУСТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Встановлено акустичні параметри, які характеризують ефективність струйного подрібнення, що дозволяє їх використовувати для регулювання процесу.

The acoustic parameters describing efficiency of jet crushing that allows to use them for management of process are established.

Введение.

К числу показателей эффективности измельчения относят удельную производительность мельницы, затраты энергии на единицу образованной поверхности или массы готового продукта. Струйные измельчительные установки рационально используются при получении высокодисперсных порошков, когда важна не только величина образованной поверхности, но и энергетические состояние частиц измельченного продукта, предназначенного для последующего технологического передела (растворения, спекания, изготовления высокопрочных изделий и т.д.) [1 – 3].

При струйном измельчении наблюдается значительное повышение реакционной способности измельченных частиц, обусловленное тем, что свежесформированная поверхность диспергированного вещества содержит активные функциональные группы А атомов; причем, их содержание по отношению к

числу структурных единиц В остова кристаллической решетки частицы пропорционально параметру S/V : $\frac{A}{B} = \frac{S}{V} \approx d^{-1}$ (V – объем разрушенной частицы, S – площадь образованной поверхности, d – обобщенный размер частицы измельченного продукта) [1]. Прирост удельной поверхности $\Delta S/V$ ($\Delta S \equiv S$) называют параметром дисперсности и используют для прогнозной оценки степени механоактивации измельченных частиц менее 100 мкм.

Установлена теоретическая взаимосвязь между параметром дисперсности $\Delta S/V$ и энергетическими свойствами измельчаемого материала, характеризующимися величиной γ удельной поверхностной энергии, коэффициентом η_D полезного действия диспергирования, критической плотностью энергии WV при разрушении и локальной плотностью $W\Delta V$ энергии в зоне диспергирования разрушаемого тела: $\Delta S/V \approx (W\Delta V \cdot \eta_D) / \gamma$; $WV \approx \gamma / (d \cdot \eta_D)$. В указанных формулах – $WV = \sigma_s \cdot \epsilon_s / 2$, МДж/м³, σ_s – предел прочности на сжатие; ϵ_s , ϵ_D – соответственно относительная деформация на пределе прочности и на стадии диспергирования [1].

Из этого следует, что повышение эффективности измельчения возможно в результате увеличения плотности энергии при разрушении WV измельчаемых частиц. В частности, при струйном измельчении возможно варьирование параметра WV за счет изменения скорости встречных ударов и соответственно скорости динамической деформации при разрушении частиц в зависимости от степени загрузки струй твердой фазой.

В этой связи актуальной проблемой является поиск и поддержание эффективного режима измельчения частиц в струях, при котором достигается высокий уровень WV и в результате максимальная производительность струйной мельницы по готовому продукту при соблюдении требуемой дисперсности порошка.

Цель работы.

В данной работе решалась задача исследования акустического излучения зоны помола в различных состояниях загрузки струй и определение связи производительности мельницы с акустическими параметрами процесса. Для измельчения использовалась противоточная струйная установка лабораторного типоразмера производительностью 2 – 30 кг/ч. Производительность мельницы рассчитывалась на основе взвешивания готового продукта, осаждаемого в циклоне. Масса порций загружаемого материала составляла $m = 0,5 - 1,0$ кг; интервал их загрузки – 3 – 8 мин. Измельче-