

*Т.С. ТИХОМИРОВА, О.М. РАССОХА*, канд. техн. наук, НТУ “ХП”

## **ВПЛИВ МОДИФІКАТОРІВ НА ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ АДГЕЗИВУ НА ОСНОВІ СЕВІЛЕНУ**

У статті наведено результати дослідження впливу модифікаторів на показник плинності розплаву, а також визначені параметри реологічного рівняння стану модифікованого та немодифікованого севілену. Також визначено оптимальний вміст модифікатору спираючись на результати дослідження реологічних характеристик адгезиву.

The results of research the master-batches influence's on the index of fluid of melt are given in the article. Also parameters of flow equation for the composition of adhesive with master – batches and without them are estimated. The optimum parities of components of adhesive layer based on the flow characteristics are resulted in the work

Композиції сополімеру етилену з вінілацетатом (СЕВА, севілен) широко використовуються як клеючий прошарок у комбінації з іншими полімерними матеріалами для захисту сталевих поверхонь різного призначення, в тому числі зовнішньої поверхні трубопроводів [1]. До того ж, композиції севілену можуть використовуватись й без комбінації з іншими матеріалами. Найчастіше композиції СЕВА використовуються у вигляді плівки або стрічки різної товщини.

Переробка плівки термопластичних полімерних матеріалів, до яких відноситься севілен, вимагає проведення процесу при оптимальній в'язкості розплаву. Це в свою чергу, за умови найкращого поєднання параметрів переробки, дозволить за найменший відрізок часу отримати якісну продукцію при мінімальних енерговитратах [2].

Для визначення оптимального режиму переробки композиції термопластів (температури, швидкості обертання шнеку та інші) необхідно знати показник плинності розплаву (ППР). Для прогнозування поведінки полімерних матеріалів чи композицій на їх основі при зміні параметрів переробки – швидкості деформації, тиску, температури – використовують криві плинності полімеру, які дозволяють визначити залежність реологічних властивостей матеріалу від різноманітних параметрів [3].

Метою даної роботи є дослідження впливу модифікатора на реологічні (технологічні) властивості композиції на основі севілену, а також визначення

оптимального вмісту модифікатора.

Об'єктами дослідження були СЕВА марки 12306-020 (ТУ 6-05-1636-97) з вмістом вінілацетату 20 мас. % та модифікатор на сонові кополімеру бутилметакрилату та метакрилової кислоти БМК-5 (марки Б, ТУ 6-02-115-91). Композиційний матеріал отримували з суміші севілену та модифікатора в екструдері з наступною грануляцією.

Показник плинності розплаву визначали згідно ГОСТ 11645-73 на капілярному віскозиметрі при різних навантаженнях ( $P_1 = 21,18$  та  $P_2 = 49,02$  Н) та різних температурах ( $T_1 = 443$  та  $T_2 = 463$  К).

Для побудови кривої плинності полімерного матеріалу необхідно визначити параметри реологічного рівняння його стану. Як відомо, термопластичні матеріали переробляють у в'язкоплинному стані, коли спостерігається аномалія в'язкості, що призводить до того, що швидкість деформації в такій області збільшується швидше, ніж напруга зсуву [3].

Для такої області реологічним рівнянням стану термопластів є наступний закон :

$$\tau = K \cdot j^n \quad (1)$$

$$K = k \cdot \exp(-b \cdot T) \quad (2)$$

де  $\tau$  – напруга зсуву, Па;  $K$  – коефіцієнт консистенції, Па·с;  $j$  – швидкість деформації,  $s^{-1}$ ;  $n$  – індекс плинності;  $k$  – передекспоненціальний множник, Па·с;  $b$  – температурний фактор,  $K^{-1}$ ;  $T$  – температура, К.

У таблиці 1 наведені результати визначення ППР для немодифікованої та модифікованої композиції адгезиву в залежності від навантаження та температури випробування.

Таблиця 1

Показник плинності розплаву композицій адгезиву

Номер композиції	Вміст БМК-5, мас.%	ППР, г/10 хв при температурі, К та навантаженні Р, Н			
		$T_1 = 443$ К, $P_1 = 21,18$ Н	$T_1 = 443$ К, $P_2 = 49,02$ Н	$T_2 = 463$ К, $P_1 = 21,18$ Н	$T_2 = 463$ К, $P_2 = 49,02$ Н
1	0	1,13	4,10	1,85	6,50
2	10	0,98	3,33	1,57	6,42
3	30	0,38	1,86	0,92	4,38

При значенні ППР більше ніж 3 г/10 хв матеріал не бажано переробляти методом екструзії [2]. Таке та більш високе значення ППР негативно впливають на пластикаційну продуктивність, бо розплав створює достатньо великий зворотній потік у матеріальному циліндрі екструдера [2].

Як видно з табл. 1 для температури 463 К та навантаження 49,02 Н значення ППР перевищує рекомендовані у 2,5 рази для не модифікованого СЕВА та у 1,7 – 2 рази для модифікованої композиції.

В той же час, при вмісті модифікатора 30 мас. % для температури переробки 443 К спостерігається зниження ППР у 2,2 рази порівняно з немодифікованим севіленом та у 1,8 рази порівняно з композицією з вмістом БМК-5 10 мас. %. Для такої композиції 3 ППР знаходиться в межах, що рекомендовані для переробки матеріалу методом екструзії без додаткових витрат на електроенергію [2].

Параметри реологічного рівняння стану  $n$ ,  $k$  та  $b$  можна визначити за наступними рівняннями [4]:

$$n = \frac{\ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right)}{\ln\left(\frac{I_{12}}{I_{11}}\right)} \quad (3)$$

де  $P_1$  та  $P_2$  – навантаження, Н;  $I_{12}$  та  $I_{11}$  – показник плинності розплаву при постійній температурі  $T_1$  та змінному навантаженні  $P_1$  та  $P_2$ , г/ 10 хв.

Температурний фактор  $b$  знаходять при ППР, визначених при постійному навантаженні та змінній температурі :

$$b = \frac{n \cdot \ln\left(\frac{I_{21}}{I_{11}}\right)}{T_2 - T_1} \quad (4)$$

Коефіцієнт консистенції  $K$ , напруга зсуву на стінці капіляру  $\tau_w$ , передекспоненціальний множник  $k$  знаходять за допомогою алгоритму, наведеного у [4], використовуючи формули 1 – 3.

У таблиці 2 наведені параметри реологічного рівняння для немодифікованої та модифікованої композиції адгезиву, які були знайдені за допомогою рівнянь 1 – 4 після визначення ППР при різних навантаженнях та температурах .

Таблиця 2

Параметри реологічного рівняння композиції адгезиву

Композиція	n	b, K <sup>-1</sup>	K·10 <sup>-5</sup> , Па·с при температурі, К		k·10 <sup>-9</sup> , Па·с при температурі, К	
			443	463	443	463
1	0,649	0,0161	1,230	1,228	0,154	0,212
2	0,688	0,0160	1,269	1,267	0,152	0,210
3	0,531	0,0231	2,192	2,189	5,832	9,233

На рис. 1 наведені криві плинності, які були побудовані для композицій модифікованого та вихідного адгезиву з урахуванням даних табл. 2. Мінімальні та максимальні значення швидкості зсуву  $j$  (с<sup>-1</sup>), які характерні для екструзії термопластів взяти згідно даних, наведених у [5].

Як видно з рисунку, криві плинності для немодифікованого севілену при різниці температур у 20 К майже співпадають (композиція 3). Це свідчить про те, що в'язкість севілену суттєво не змінюється від коливань температури у 20 К й матеріал не є чутливим до перепаду температур.

При введенні до композиції 10 мас.% модифікатору БМК-5 (композиція 2) спостерігається відмінність у кривих плинності для температур 443 та 463 К, тобто змінюється в'язкість системи й матеріал стає чутливим до коливань температур при переробці. Таке явище, на наш погляд, пов'язано з порушенням структури матеріалу, яке викликане неоднорідністю матеріалу, бо неможливо якісно ввести 10 мас. % БМК-5 у севілен.

При введенні до композиції адгезиву 30 мас. % модифікатору (композиції 3) також спостерігається майже 100 % співпадання кривих плинності для температур 443 та 463 К. Тобто при введенні до севілену 30 мас. % БМК-5 структура композиційного матеріалу, що утворюється, є однорідною, в якій до того ж, можливо, посилюється міжмолекулярна взаємодія, оскільки також спостерігається ріст в'язкості системи у порівнянні з немодифікованим севіленом [6].

Отже композиція адгезиву 3 з вмістом БМК-5 30 мас. % є також не чутливою в інтервалі 20 К в діапазоні температур від 373 до 463 К.

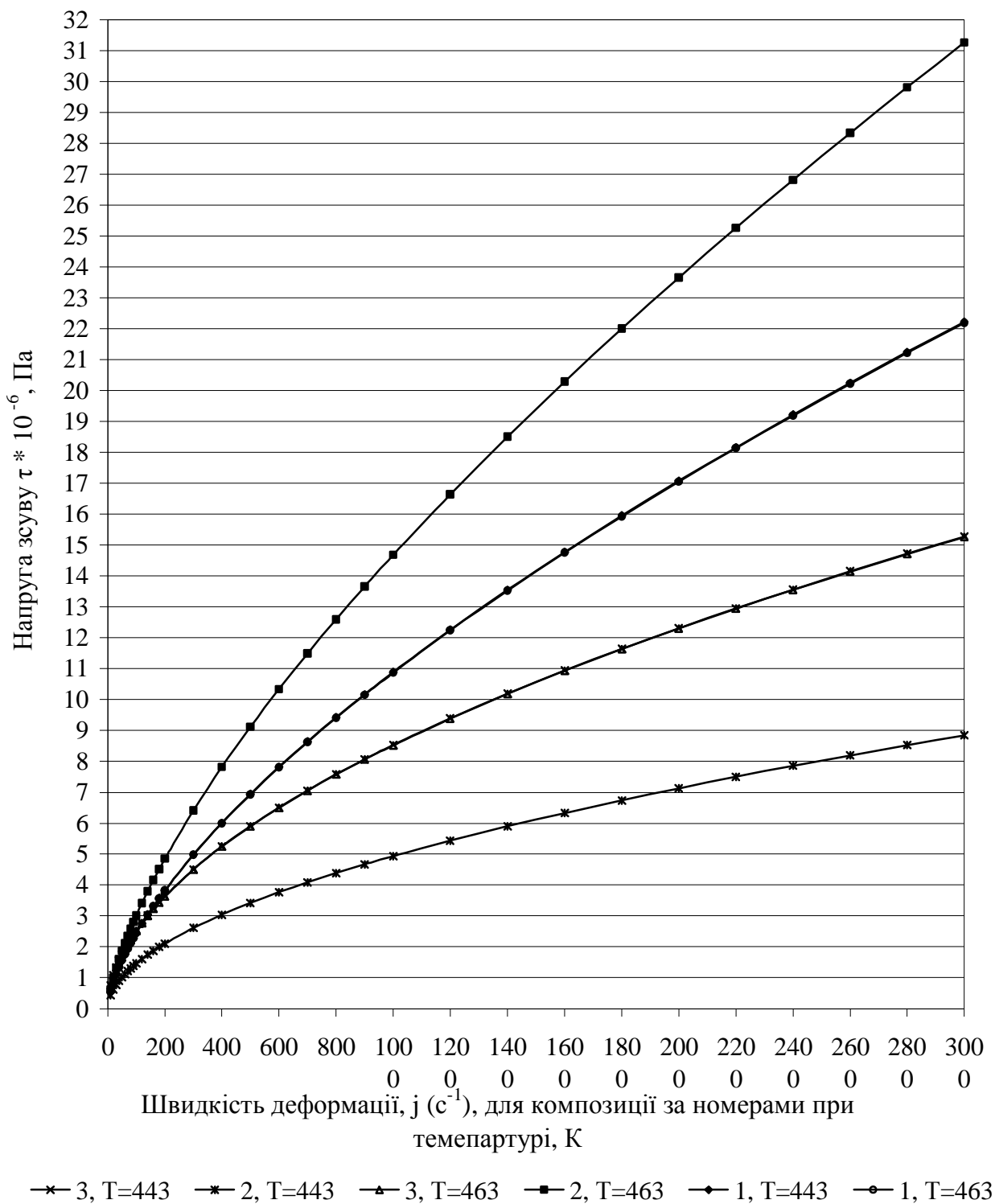


Рисунок – Криві плинності для вихідної та модифікованої композиції адгезиву при різних температурах

Вид кривих плинності для всіх композиції адгезиву є характерним для термопластичних полімерних матеріалів. При швидкості деформації до  $1200 \text{ c}^{-1}$  напруга зсуву росте за нелінійним законом, а при швидкості дефор-

мації більше  $1200 \text{ с}^{-1}$  напруга зсуву та швидкість деформації знаходяться у лінійній залежності.

**Висновки.** В результаті дослідження реологічних властивостей, побудови кривих плинності модифікованої композиції адгезиву вдалося встановити, що оптимальним вмістом модифікатора БМК-5 при його введенні до севілену є 30 мас. %. При такому вмісті БМК-5 вдається отримати композицію не чутливу до перепадів температури 20 К в діапазоні температур від 373 до 463 К, а отже якість отриманої з неї плівки не буде залежати від місцевих перегрівів, які неодмінно виникають під час проведення процесу екструзії.

**Список літератури:** 1. Фролов К.Ю., Фроимсон Р.Я., Петрусенко Е.В. Современные тенденции развития технологий антикоррозионной изоляции трубопроводов // Газ & Нефть. Энергетический бюллетень. – 2004. – №10. – С. 2 – 5. 2. Крыжановский В.К. Технические свойства полимерных материалов: [Уч.-справоч. пос.] / В.К. Крыжановский, В.В. Бурлов, А.Д. Паниматченко, Ю.В. Крыжановская. – СПб.: Профессия, 2003. – 240 с.: ил., табл... 3. Калинин Э.Л. Саковцев М.Б. Свойства и переработка термопластов. – М.: Химия, 1983. – 288 с. 4. Московский С.Л. Экспресс-метод определения параметров реологического уравнения состояния термопластов // Пластические массы. – 1986. – № 12. – С. 38. 5. Гуль В.Е., Акутин М.С. Основы переработки пластмасс. – М.: Химия, 1985. – 271 с.: ил., табл.. 6. Тагер А.А. Физико-химия полимеров, 2-е изд., – М.: Химия, 1978. – 536 с.: ил., табл..

*Поступила в редколлегию 4.04.08*

УДК 546.48:543

**С.Н. КОЗУБ**, аспирант, **А.А. ЛАВРЕНКО**, канд. техн. наук,  
**Г.И. ГРИНЬ**, докт. техн. наук, **П.А. КОЗУБ**, канд. тех. наук,  
**Д.Н. ДЕЙНЕКА**, канд. тех. наук, **Л.Н. БОНДАРЕНКО**, НТУ «ХПИ»

## **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ КАДМИЯ**

В роботі проаналізовано існуючі методи по кількісному визначенню сполук кадмію. Встановлено, що для аналізів розчинів з відносно високими концентраціями задовільними є ваговий або титрометричний методи, для малих концентрацій додатково потрібно використання сорбційних методів. Для повного визначення складу твердої фази необхідним є рентгенофазовий аналіз.