

## ДОСЛІДЖЕННЯ В'ЯЗКОСТІ ЗАСТОСОВУВАНИХ У ГАЛЬВАНОСТЕРЕОТИПІ САМОТВЕРДІЮЧИХ ПЛАСТМАС

Технологічний процес виготовлення гальваностереотипів з основами із пластичної маси за способом, розробленим в Українському поліграфічному інституті ім. Ів. Федорова [1], відзначається тим, що зворотню поверхню гальвановідкладення заповнюють акрилатною самотвердіючою пластичною масою. Для цього її у вигляді суспензії заливають у пресформу, в яку перед тим поміщають гальвановідкладення.

Якість пластмасових основ та самих гальваностереотипів в цілому в значній мірі залежить від литтєвих властивостей пластмасових суспензій, зокрема від в'язкості і текучості.

Особливо ця залежність відчувається при відливанні тонких гальваностереотипів, коли суспензію треба заливати у вузькі робочі порожнини пресформи.

За своїм складом литтєві суспензії акрилатних самотвердіючих пластмас відносяться до складних структурованих дисперсних систем. Рідинним дисперсійним середовищем служить здебільшого мономер метилметакрилат, в якому можуть бути розчинені ініціатори полімеризації, промотори, пластифікатори тощо. В цій рідині знаходяться у змуленому стані компоненти дисперсійної фази — дрібні порошки поліметилметакрилату та сипких наповнювачів — деревної муки, тирси, крейди, каоліну тощо.

В початковий період утворення суспензій та підготовки їх до заливання помічається седиментація порошоків, для боротьби з якою застосовують інтенсивне перемішування. Проте з часом, коли внаслідок розвитку паралельно протікаючих процесів набухання і часткового розчинення частинок поліметилметакрилату і полімеризації мономеру дисперсійне середовище густішає, порошки вже залишаються у змуленому стані, незважаючи на перемішування. В'язкість суспензій завдяки вищезгаданим процесам набухання і полімеризації поступово зростає в залежності від часу і температури зберігання [2].

Літературні вказівки щодо визначення в'язкості акрилатних литтєвих суспензій дуже обмежені. А. А. Штурман та інші [2] для вивчення в'язкості литтєвих композицій акрилової пластмаси АСТ-Т застосували добре відомий метод вільного падіння кульки в кульковому віскозиметрі, використовуючи досвід у дослідженні в'язкості глинистих суспензій, що густішають з часом [3].

Рух кульки контролювали візуально, а час падіння її вимірювали за допомогою секундоміра. Для того, щоб полегшити спостереження кульки в непрозорій рідині, різниця між внутрішнім діаметром скляної трубки віскозиметра  $D=19$  мм і діаметром кульки  $d=15,065$  мм була дуже незначна; при розрахунках коефіцієнта в'язкості користувалися поправками, що враховують вплив стінок і дна трубки [4]. За даними

авторів [2], в'язкість суспензій зростає з часом, збільшуючись від десятків до кількох тисяч пауз.

Проте, на нашу думку, візуальні методи контролю руху кульки, особливо в початковому періоді існування суспензій, коли в'язкість ще невелика і час падіння кульки вимірюється кількома секундами, не дають можливості позбутися суб'єктивних помилок спостерігача. Крім того незначне віддалення між кулькою і стінками трубки дозволяє висловити припущення про вплив сил адгезії та інших факторів, що можуть уповільнити рух кульки.

Ми вважали доцільним провести пошукові дослідження з метою визначення можливості контролю структурно-механічних властивостей акрилатних суспензій за допомогою кінчного пластометра, запропонованого акад. П. А. Ребіндером [5, 6, 7].

Для того, щоб уникнути помилок, зв'язаних з візуальним методом контролю руху конуса, ми дещо змінили конструкцію кінчного пластометра так, щоб мати змогу контролювати рух конуса за допомогою фотозапису на шлейфному осцилографі.

Вібратори шлейфного осцилографа були з'єднані з кінчним пластометром за допомогою електричних пристроїв, що дозволяли лінійну величину — довжину ходу конуса — перетворювати в електричну величину — напругу.

На рис. 1 показана блок-схема установки, за допомогою якої проводились дослідження в'язкості суспензій, що можуть бути основою литевих композицій пластмаси АСТ-Т.

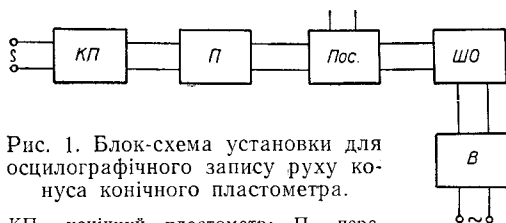


Рис. 1. Блок-схема установки для осцилографічного запису руху конуса кінчного пластометра.

КП — кінчний пластометр; П — перетворювач електронний; Пос. — посилювач сигналу; ШО — шлейфний осцилограф; В — випрямляч.

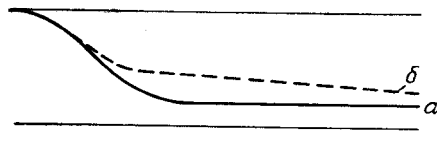


Рис. 2. Типові форми осцилограм.

Ця установка дозволяла відраховувати час занурення конуса з точністю до 0,02 сек, а довжину його ходу — з точністю до 0,1 мм.

Для дослідження ми обрали найбільш поширену в композиціях суспензію [8], в якій кількості мономеру і полімеру знаходилися у відношенні 1 : 1. Перед утворенням реакційної системи до порошку полімеру додавали ініціатор полімеризації (перекис бензоїлу) в кількості 5% від ваги мономеру. До мономеру додавали ініціатор полімеризації — діметиланілін в кількості 3% від ваги мономеру.

Дослідження проводили при температурах —10, 0, 10, 20, 24°C.

Вихідні компоненти суспензій, а також і посуд, що служив для змішування та для вимірів, термостатувалися.

Для виготовлення порції суспензії, потрібної для дослідження, компоненти, що зберігалися при певній температурі в термостаті, змішувалися і старанно перемішувалися, після чого порція суспензії переводилася у термостатований металевий тигель, який поміщали на рухомому столику пластометра.

Конус пластометра з технічних причин не термостатували, але його маса була набагато меншою від маси тигля і порції суспензії, так що теплообмін з ним незначно впливав на температуру суспензії.

Температура суспензій, охолоджених до температури нижче кімнатної (—10, 0, 10°C), змінювалася під час проведення вимірювання на 0,5—1,0°C внаслідок теплообміну з повітрям і конусом.

Дослідження виконували в такий спосіб. Колесо конічного пластометра установлювали у вихідне положення. Конус навантажували важком 0,5 г.

Металевий тигель з порцією суспензії, що стояв на рухомому столу пластометра, за допомогою підйомного механізму піднімали до такого положення, коли вістря вершини конуса торкалося дзеркала суспензії. Тоді через певні проміжки часу відключали фіксатор вихідного положення колеса і давали останньому змогу вільного руху, при якому конус занурювався у суспензію. Одночасно включали електропривод касети осцилографа. Після закінчення занурення конуса осцилограф виключали, колесо пластометра повертали у вихідне положення, витягуючи конус із суспензії, і через певний проміжок часу повторювали вимірювання. Вимірювання продовжували до затвердіння порції суспензії.

В таблиці наведені величини проміжків часу, через які проводили вимірювання.

Час вимірювання

Температура, °С	Одиниця виміру часу	Проміжок часу від моменту утворення суспензії до початку чергового вимірювання в'язкості
-10	Година	1; 3; 5; 7; 8; 9; 10; 10,5; 11,5
0	„	0,17; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5
10	Хвилина	5; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 26; 28; 30
20	„	5; 8; 10; 12; 15; 16; 17; 19
24	„	5; 8; 10; 12

Час від початку утворення суспензії і до початку кожного вимірювання контролювали за допомогою секундоміра.

Результати кожного досліду вимірювання були зафіксовані на осцилограмах.

Загальний вигляд осцилограм наведений на рис. 2. Крива «а» відповідає початковому періоду існування суспензії, коли її в'язкість, в основному, визначається процесом набухання; крива «б» характерна для осцилограм тих періодів існування акрилатних суспензій, коли їх в'язкість визначається розвитком процесу полімеризації.

Графоаналітична обробка осцилограм дозволила одержати відомості про хід занурення конуса в різні періоди існування акрилатних суспензій, починаючи від моменту їх утворення до моменту затвердіння при різних температурах.

За цими даними були побудовані криві занурення  $h=f(\tau)$ , де  $h$  — глибина занурення конуса,  $\tau$  — час ходу конуса.

На рис. 3 наведені криві занурення конуса при різних температурах і при різних періодах існування суспензій. Вони побудовані в прямокутній системі координат, де по осі абсцис відкладений час, а по осі ординат — шлях конуса.

Криві  $h=f(\tau)$  складаються з двох частин: початкової вітки, похилої до осі абсцис, кут нахилу якої поступово змінюється, характеризуючи зміну швидкості руху конуса, і другої вітки, що характеризує стан рівноваги, паралельної до осі абсцис.

Розглядаючи ці криві, бачимо, що з часом існування суспензії нахил початкових віток кривих стає більшим, а ординати других віток, паралельних осі абсцис, поступово зменшуються.

Це є наслідком того, що суспензії з часом густішають і зусилля зсуву стає більшим.

Добре помітно, що криві для всіх температурних умов поділяються на дві групи: першу, що об'єднує криві, які відносяться до порівняно короткочасних періодів існування суспензій, коли на в'язкість переважно впливають розчинення і набухання частинок полімеру, і другу, що об'єднує криві, які характеризують довші періоди існування суспензій, коли переважає вплив процесу полімеризації.

Цей розподіл кривих на дві групи малопомітний лише на рис. 3, д, де показані криві занурення для температури 24°C, при якій час існування суспензії порівняно малий в зв'язку з інтенсифікацією процесу полімеризації під впливом тепла, і на ході кривих вже при коротких періодах існування відчувається вплив рівночасно протікаючих процесів набухання і полімеризації.

Криві занурення (рис. 3) для різних температур свідчать про те, що опір до занурення конуса (зусилля зсуву суспензії) зменшується

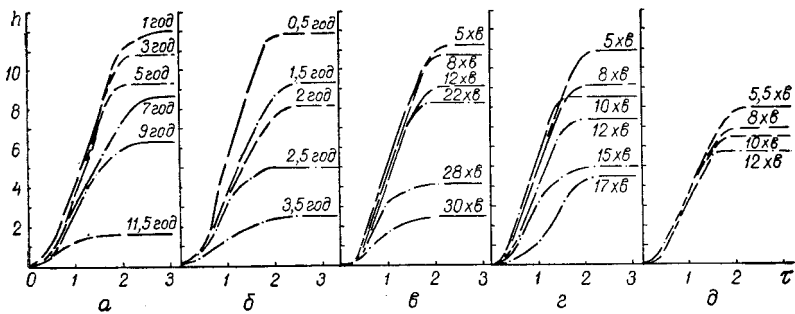


Рис. 3. Криві занурення конуса для суспензії акрилатної пластмаси при температурах, °С:

а — 10°, б — 0°, в — 10°, г — 20°, д — 24°.

із зменшенням температури для однакового періоду часу існування суспензії. Це є наслідком того, що із зменшенням температури сповільнюються процеси набухання порошку полімеру і полімеризації. З наведених кривих видно, що тривалість існування суспензії при 24°C становить 12—15 *хв*, тоді як при —10°C вона значно більша — 11—12 *год*.

З кривих також видно, що суспензія, яка зберігалась при температурі —10°C, після 7 *год*, що пройшли від моменту її утворення, має таку саму в'язкість, як і суспензія, що зберігалася 10 *хв* при температурі 24°C.

Ці спостереження мають практичне значення при організації виготовлення, зберігання і застосування акрилатних литтєвих композицій для виготовлення гальваностереотипів, особливо у виробничих умовах, а також для проектування відповідного устаткування.

Криві занурення, одержані методом осцилографічної реєстрації, значно точніші, аніж одержані при візуальному спостереженні, і навіть без дальшої обробки вони дають досить ясне і чітке уявлення про зміну в'язкості пластмасових акрилатних суспензій в залежності від температури і часу зберігання. Суб'єктивні помилки спостерігача тут виключаються.

Метод осцилографічної реєстрації ходу занурення конуса в акрилатній суспензії допоміг виявити деякі особливості цього процесу, які залишалися прихованими при візуальному спостереженні.

Наприклад, відмічено, що в початковий період занурення конуса тривалість порядку 1 *сек* рух його значно повільніший, аніж в наступні

періоди. Помітити це уповільнення візуально неможливо. Причини його, за нашими спостереженнями, не залежать від конструкції приладу. Наявність такого уповільнення вимагає особливих математичних методів обробки даних про рух конуса (які можна одержати при обробці осцилограм), що відрізняються від методів, рекомендованих для обробки даних, отриманих при візуальному спостереженні.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Авторське свідоцтво № 136733.
2. А. А. Штурман и др. «Пластические массы», № 3, 1967, стор. 47—49.
3. Г. Н. Дудеров. Практикум по технологии керамики и огнеупоров. Промстройиздат, М.—Л., 1953.
4. Э. Гатчек. Вязкость жидкостей, (с англ.). ОНТИ, М.—Л., 1935.
5. П. А. Ребиндер, Б. Я. Ямпольский. Исследование структурно-механических свойств металлических дисперсных систем методом конического пластометра. «Коллоидный журнал», т. 10, № 6, 1948.
6. П. А. Ребиндер. Конспект общего курса коллоидной химии. Изд-во МГУ, 1949.
7. П. А. Ребиндер, Н. А. Семенов. О методе погружения конуса для характеристики структурно-механических свойств пластично-вязких тел. ДАН СССР, новая серия, т. 64, № 6, 1949.
8. А. А. Штурман. Холоднотвердеющие пластмассы в инструментальном производстве. «Машиностроение», М., 1964.

*B. S. VISITIU, V. K. GINDLIN*

#### THE INVESTIGATION OF VISCOSITY OF SELF-HARDENING PLASTICS USED IN GALVANOSTEREOTYPING

##### Summary

The objective methods of oscillographic registration of viscosity measurements with the help of conic plastometer for acrylic plastics' suspensions, used in galvanostereotyping, by the method developed in Ukrainian Polygraphic Institute are set forth.

---