



УКРАЇНА

(19) UA (11) 41070 (13) A

(51) 7 C08L1/12, C08K5/06

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) КОМПОЗИЦІЯ НА ОСНОВІ ТРИАЦЕТАТУ ЦЕЛЮЛОЗИ

(21) 2001010635

(22) 29.01.2001

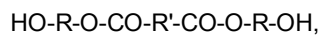
(24) 15.08.2001

(46) 15.08.2001, Бюл. № 7, 2001 р.

(72) Кузьменко Микола Якович, Шапка Василь Харитонович, Бут Владислав Вікторович, Костулян Олексій Миколайович

(73) УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Композиція на основі триацетату целюлози, що містить у собі триацетат целюлози, пластифікатор, добавку, яка збільшує вогнестійкість, трикомпонентний розчинник і регулятор в'язкості композиції, яка **відрізняється** тим, що як регулятор в'язкості використовують олігоефірдіол з молекулярною масою 290-2400 вуглецевих одиниць загальної формули



де: R' - залишок аліфатичної дикарбонової кислоти $-(\text{CH}_2)_n-$, $n = 1-8$;

R - залишки індивідуальних (діетилен-, триетилен-, тетраетилен-, бутилен-, гексаметилен-) гліколей або олігомерних (поліоксietiлен-, поліоксипропілен-, співполімери окису етилену або окису пропілену з тетрагідрофураном, поліфурити) гліколей з молекулярною масою від 90 до 1100 одиниць при наступних співвідношеннях компонентів, в масових частинах:

| | |
|--|---------------|
| • триацетат целюлози | 13,0-16,0 |
| • пластифікатор (дибутилфталат) | 0,5-3,0 |
| • добавка, яка підвищує вогнестійкість, (трифенілфосфат) | 1,2-3,0 |
| • трикомпонентний розчинник: | |
| метиленхлорид | 74,0-77,0 |
| метиловий спирт | 4,5-5,5 |
| бутиловий спирт | 1,0-3,0 |
| • складно-простий олігоефірдіол | 0,0015-0,015. |

Винахід відноситься до хімічної галузі промисловості, а саме до виробництва плівкових матеріалів на основі триацетату целюлози (ТАЦ), які використовуються в різних галузях господарчого комплексу держави, особливо, електроізоляційних плівок та основи для кінофотоматеріалів.

Для отримання з розчинів ТАЦ плівкових матеріалів однакової товщини і властивостей треба використовувати ТАЦ однакової молекулярної маси, ступеня заміщення гідроксильних груп на ацетатні. Але партії триацетату целюлози дуже відрізняються одна від одної молекулярними масами (в'язкістю розчинів при однаковій концентрації), що впливає на роботу існуючого відливочного обладнання і якість плівки, яка при цьому отримується.

Для запобігання негативного впливу вищевказаного фактору в композицію на основі ТАЦ вводять додатково речовину, яка регулює в потрібному напрямку і межах в'язкість, що забезпечує отримання плівок потрібної якості.

Відома композиція на основі ТАЦ для отримання плівкових матеріалів (Дьяконов А.М., Зав-

лин П.М. Полимеры в кинофотоматериалах.-Л.: Химия. 1981. с.61-62), яка містить в собі в масових частинах:

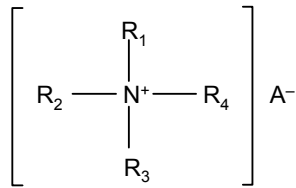
| | |
|---|------|
| • триацетат целюлози | 15,0 |
| • пластифікатор (дибутилфталат) | 0,75 |
| • добавка, яка підвищує вогнестійкість (трифенілфосфат) | 1,65 |
| • трикомпонентний розчинник: | |
| метиленхлорид | 75,6 |
| метиловий спирт | 5,0 |
| бутиловий спирт | 2,0 |
| • добавка (фтористий або хлористий натрій) | 0,5. |

Добавка використовується для регулювання в'язкості розчину.

Але ефект зниження в'язкості розчину композиції і електророзбудженості основи, яка отримується при цьому, слабкий.

Відома композиція на основі ТАЦ (А.с. № 1828864 (СССР). Композиция для получения триацетатцелюлозной основы кинофотоматериалов / С.И.Анчурина, Г.П.Крупнов, Н.Я.Ковшова, А.Ш.Ну-

риязданов, И.А.Федорина, Г.Л.Свиридова, А.П.Богданов, МПК⁶ C08 L 1/12/, Опубл. в Б. И. 1993, №27, с.22.), в якій в якості речовини, що регулює в'язкість розчину, використовується сполука загальної формули:



При наступних співвідношеннях компонентів в масових частинах:

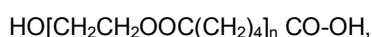
| | |
|---|----------|
| • триацетат целюлози | 15,0 |
| • пластифікатор (дибутилфталат) | 0,75 |
| • добавка, яка підвищує вогнестійкість (трифенілфосфат) | 1,65 |
| • трикомпонентний розчинник: | |
| метиленхлорид | 75,6 |
| метиловий спирт | 5,0 |
| бутиловий спирт | 2,0 |
| • добавка вище означеної формули | 0,14-0,8 |

Але ефект, який при цьому досягається по зниженню в'язкості недостатній. Крім того ці речовини токсичні, що ускладнює технологію і подальше використання плівок.

Найбільш близьким по технічній суті і досягаемому ефекту є композиція (Патент України № 17373 А від 15.04.97. МПК⁶ C 08 K 5/06. Регулятор реологічних і діелектричних властивостей триацетатцелюлозної композиції і основи кінофотоматеріалів/В.Х.Шапка, В.В.Дзюба, О.М.Костулян, А.А.Дідік, О.В. Голощапов. Опубл. Промислова власність. Офіційний бюлетень. №5, 31.10. 1997 р.) яка містить в собі такі компоненти в масових частинах (ПРОТОТИП):

| | |
|---|------------|
| • триацетат целюлози | 15,0 |
| • пластифікатор (дибутилфталат) | 0,75 |
| • добавка, яка підвищує вогнестійкість (трифенілфосфат) | 1,65 |
| • трикомпонентний розчинник: | |
| метиленхлорид | 75,6 |
| метиловий спирт | 5,0 |
| бутиловий спирт | 2,0 |
| • поліетиленглікольадипінат | 0,075-0,1, |

в якій в якості добавки, яка регулює реологічні властивості ТАЦ розчину, пропонується використовувати поліетиленглікольадипінат загальної формули:



де n = 2,3.

В даному випадку досягаємиий ефект по зниженню в'язкості вище попереднього технічного рішення, але нижче ніж в пропонуємому рішенні.

Більш гіршими є і фізико-механічні властивості готових плівкових матеріалів.

В основу винаходу поставлена мета розробки такої композиції, яка б забезпечувала в широкому діапазоні регулювання в'язкості на стадії відливу та більш покращені фізико-механічні показники готових плівок, що досягаються шляхом введення в композицію замість поліетиленглікольадипінату олігоефірдіолів, які містять в структурі одночасно прості, складні ефірні зв'язки та кінцеві гідроксильні групи. Це дозволяє формувати в системі різного роду фізичні взаємодії (водневі зв'язки) і керувати їх кількістю в залежності від необхідності (використовуючи олігоефірдіоли потрібної структури і потрібної молекулярної маси).

Поставлена мета досягається тим, що в відомій композиції розчину ТАЦ, яка містить в собі ТАЦ, пластифікатор, добавку, яка збільшує вогнестійкість, трикомпонентний розчинник і регулятор в'язкості розчину. Відповідно винаходу в якості останнього використовують олігоефірдіоли з молекулярною масою 290 - 2400 вуглецевих одиниць загальної формули:



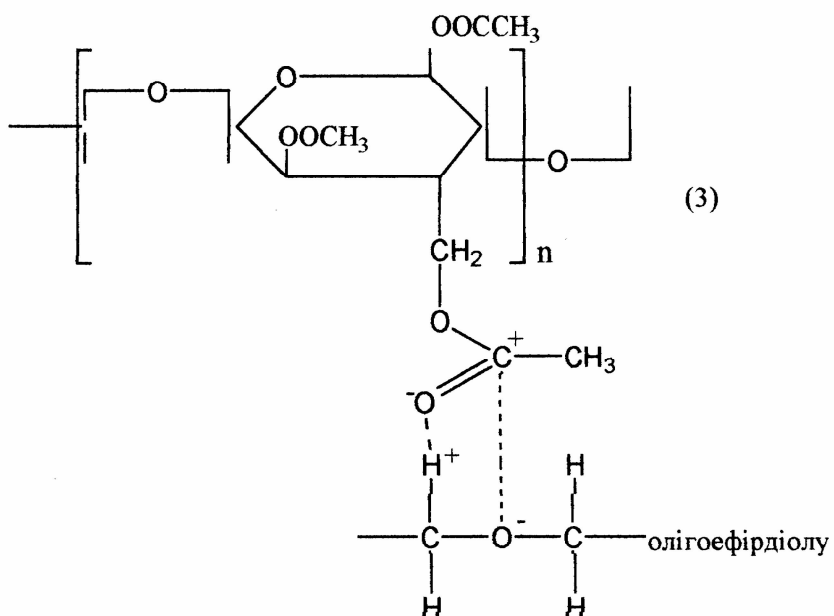
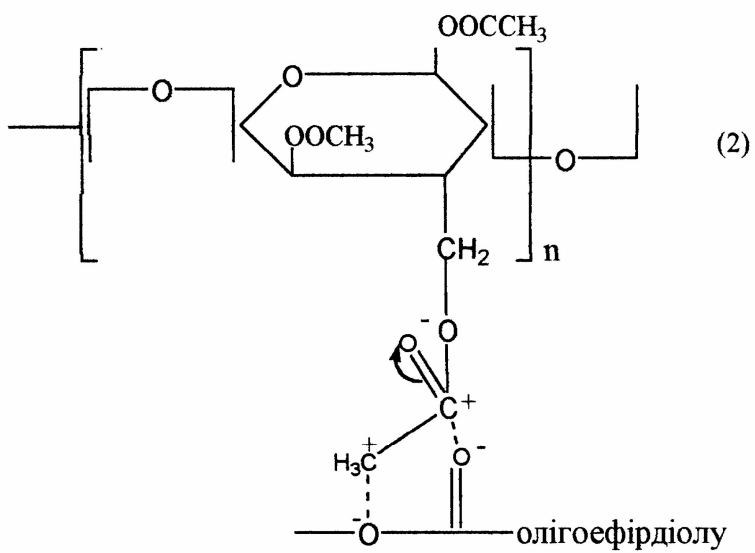
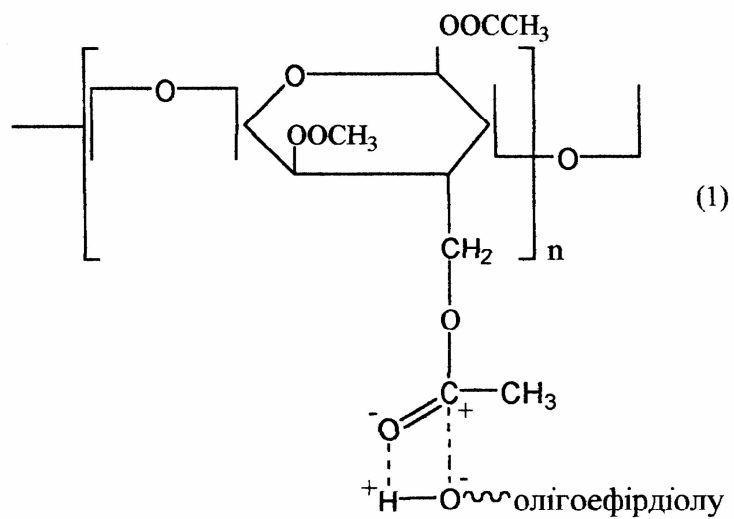
де R' - залишок аліфатичної дікарбонової кислоти $-(CH_2)_n-$, n=1-8:

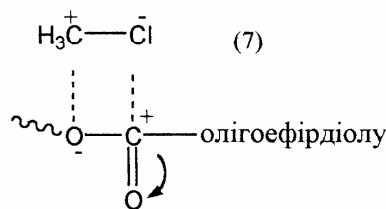
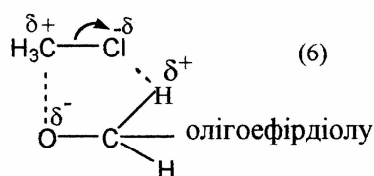
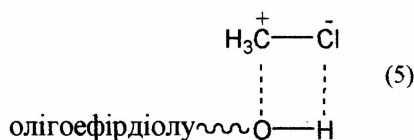
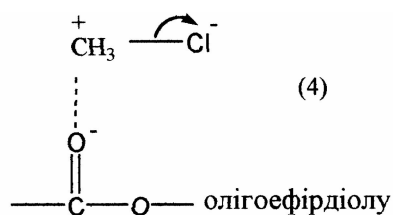
R - залишок індивідуальних (діетилен-, триетилен-, тетраетилен-, бутилен-, гексаметилен-)гліколей, або олігомерних (поліоксетилен-, поліоксипропілен-, співполімери окису етилену або окису пропілену з тетрагідрофураном, поліфурити) гліколей з молекулярною масою від 90 до 1100 одиниць при наступних співвідношеннях компонентів, в масових частинах:

| | |
|---|---------------|
| • триацетат целюлози | 13,0-16,0 |
| • пластифікатор (дибутилфталат) | 0,5-3,0 |
| • добавка, яка збільшує вогнестійкість (трифенілфосфат) | 1,2-3,0 |
| • трьохкомпонентний розчинник: | |
| метиленхлорид | 74,0-77,0 |
| метиловий спирт | 4,5-5,0 |
| бутиловий спирт | 1,0-3,0 |
| • складно-простий олігоефірдіол | 0,0015-0,015. |

Складно-прості олігоефірдіоли, що заявляються, використовуються в якості похідної силовини для отримання поліефірів, поліепоксидів та таке інше. Використання цих речовин в технології виготовлення ТАЦ плівок невідомо.

Сукупний признак, який заявляється, дозволяє в порівнянні з прототипом, за рахунок фізичних взаємодій поляричних груп і зв'язків добавки з аналогічними групами ТАЦ і розчинника керувати в широких межах реологічними властивостями розчинів на стадії їх приготування та відливу плівок з них, а також поліпшувати фізико-механічні властивості готового матеріалу, який виробляється з цієї композиції (плівки, підкладки), а саме, за рахунок реалізації водневих зв'язків за схемами :





Змінюючи молекулярну масу кислотних олігоетердіолів (це забезпечується ще на стадії синтезу цих речовин) можна в широких межах змінювати в системі кількість і вид водневих зв'язків, які реалізуються.

Крім того, олігоетердіоли нетоксичні сполуки і можуть одночасно виконувати роль важко летючого пластифікатора, тому що його

молекулярна маса коливається від 290 - до 2400 одиниць. Це забезпечує більш тривалий період зберігання властивостей кінцевого виробу.

Технічне рішення, яке заявляється, підтверджується наведеними нижче прикладами.

Приклад 1. Синтез олігоетердіолу №4 таблиці 1.

Таблиця 1

Фізико-хімічні константи використаних олігоетердіолів загальної формули HOROCOR'OCORON

| № сполуки | R' | R | Вихід, % масові | n _D ²⁰ | D ₄ ²⁰ , г/см ³ | Кислотне число, мг КОН/г | Вміст OH-груп, % масові | | Молекулярна маса | | Концентрація складових груп, % масові |
|-------------|-------------------------------------|---|-----------------|------------------------------|--|--------------------------|-------------------------|-------------|------------------|------------|---------------------------------------|
| | | | | | | | Практичний | Теоретичний | Практична | Теоретична | |
| 1 | -CH ₂ -CH ₂ - | -(CH ₂ CH ₂ O) ₂ - | 98,0 | 1,4640 | 1,2172 | 1,40 | 11,72 | 11,56 | 290 | 294 | 30,99 |
| 2 | -CH ₂ -CH ₂ - | -(CH ₂ -CH(CH ₃)-O) _n -* з MM=200 од | 99,1 | 1,4556 | 1,0680 | 1,50 | 7,20 | 7,06 | 480 | 482 | 18,26 |
| 3 | -(CH ₂) ₄ - | -(CH ₂ -CH(CH ₃)-O) _n -* з MM = 200 од. | 97,6 | 1,4570 | 1,0539 | 1,35 | 6,70 | 6,56 | 495 | 510 | 17,32 |
| 4 | -(CH ₂) ₄ - | -(CH ₂ -CH(CH ₃)-O) _n -* з MM = 400 од. | 99,0 | 1,4670 | 1,1425 | 0,75 | 3,91 | 3,74 | 890 | 910 | 9,69 |
| 5 | -(CH ₂) ₄ - | -(CH ₂ -CH(CH ₃)-O) _n -* з MM = 1100 од. | 98,7 | 1,4715 | 1,1507 | 0,95 | 1,42 | 1,47 | 2267 | 2308 | 3,82 |
| 6 | -(CH ₂) ₈ - | -(CH ₂ -CH(CH ₃)-O) _n -* з MM = 400 од. | 98,1 | 1,4670 | 1,1400 | 0,90 | 3,80 | 3,63 | 925 | 938 | 9,10 |
| 7 | -(CH ₂) ₈ - | -(CH ₂ -CH(CH ₃)-O) _n -* з MM= 1100 од. | 99,4 | 1,4750 | 1,1520 | 1,00 | 1,39 | 1,43 | 2230 | 2386 | 3,71 |
| прото-тип 8 | -CH ₂ -CH ₂ - | -(CH ₂) ₄ -** | 92,1 | 1,4640 | 1,1740 | 57,2 | 3,71 | 3,81 | 432 | 446 | 29,6 |

Примітка: * - залишок поліоксипропіленгліколю з молекулярною масою 200, 400, 1100 одиниць.

** - прототип синтезовано по методиці аналогічно тій, за якою отримані речовини, що заявляються, при співвідношенні етиленгліколю і адипінової кислоти 1:1 в молях.

В чотиригорлий реактор, в який встановлено мішалку, прямий холодильник, термометр і підведено інертний газ завантажуються 400 г (1 моль) поліоксипропіленгліколю (товарна марка "Лапрол 402"), 72 г (0,5 моля) адипінової кислоти та декілька краплин каталізатору переетерифікації. Суміш при постійному перемішуванні нагрівають. Відгон

води здійснюють до припинення її видалення при температурі від 191 до 230°C. Після цього вміст реактору охолоджують до +20 - +30°C і аналізують. Синтезовані олігоетердіоли - рідкі продукти з фізико-хімічними константами, які вказані в табл.1. Інші сполуки синтезували аналогічним способом. Синтез олігоетердіолів на основі інди-

відуальних діолів з первинними гідроксильними групами здійснюється без використання катализатора до припинення видалення води в інтервалі температур 160 —190°C. В зв'язку з тим, що в ПРОТОТИПІ не вказані характеристики використаних поліетиленгліколядипінатів (крім молекулярної маси, зразки з молекулярними масами 471 і 361 при $n = 2-3$, остання молекулярна маса не відповідає заявленим межам молекулярної маси) для порівняння синтезовано по аналогічній методиці поліетиленгліколядипінат з молекулярною масою 446 при $n=3$ при співвідношенні етиленгліколь : адипінова кислота = 1:1 (в молях).

В таблиці 1

- олігоефірдіол №1 характеризує приклад сполуки на нижчій межі ряду речовин, які заявляються, олігоефірдіол №7 - приклад сполуки на верхній межі ряду, що заявляється,

- олігоефірдіоли №1 і №2 - приклади сполук, в яких змінювалась діольна складова, (діетиленг-

ліколь з первинними гідроксильними групами на кінцях ланцюга (сполука №1) і поліоксипропіленгліколь - з вторинними гідроксильними групами на кінцях ланцюга,

- олігоефірдіоли 3,4,5 - приклади сполук, в яких змінювалась довжина діольної складової (молекулярна маса 200 одиниць - сполука 3; молекулярна маса 400 одиниць - сполука 4; молекулярна маса - 1100 одиниць - сполука 5),

- олігоефірдіоли 2,3 і 6 - приклади сполук, в яких змінювалась кислотна складова.

Приклад 2. Реологічні іспити розчинів ТАЦ.

Іспити виконували на ротаційному віскозиметрі "Реотест 2" згідно з методикою, викладеною в інструкції по експлуатації приладу. Досліджували 10 партій ТАЦ виробництва АВО "Свема", м. Шостка. Показники в'язкостей 15% (за масою) розчинів ТАЦ композицій різних партій ТАЦ наведені в табл.2.

Таблиця 2

Характеристика в'язкості ТАЦ композицій різних партій ТАЦ

| Номер партії | В'язкість за кулькою, сек | Питома в'язкість |
|--------------|---------------------------|------------------|
| 3 | 10 | 0,53 |
| 13 | 15 | 0,58 |
| 40 | 18 | 0,59 |
| 45 | 14 | 0,58 |
| 58 | 24 | 0,71 |
| 59 | 11 | 0,53 |
| 61 | 6 | 0,40 |
| 68 | 11,5 | 0,82 |
| 93 | 43 | 0,54 |
| 281 | 12 | 0,54 |

Для спрощення експерименту була складена середня проба з 10 партій (з кожної партії брали рівні за масою долі і потім суміш гомогенізували).

В якості розчинної композиції була взята композиція складу, що використовується на виробництві підкладки кінофотоматеріалів (табл.3).

Таблиця 3

Склад розчину ТАЦ композиції

| Компоненти | Масові частини |
|--------------------|----------------|
| Триацетат целюлози | 15,0 |
| Дибутилфталат | 0,75 |
| Трифенилфосфат | 1,65 |
| Метиленхлорид | 75,6 |
| Метиловий спирт | 5,0 |
| Бутиловий спирт | 2,0 |
| Добавка | 0,0015-0,015 |

В'язкість ТАЦ композицій вимірювалась при 38°C, яка відповідає реальним умовам відливу плівок на виробництві. Рецепти досліджуваних складів наведені в таблиці 4, результати реологічних іспитів - в таблиці 5, а фізико-механічні властивості плівок - в таблиці 6. Для зручності аналізу впливу використаних олігодіолів на реологічні властивості ТАЦ розчинів та механічні властивості плівок з них, номери дос-

лідних складів в таблицях 4,5,6 мають однакові позначення. В таблиці №4:

- рецептура базового варіанту відповідає рецептурі складу композиції на основі ТАЦ (таблиця 3) без добавки, яка регулює в'язкість,

- рецептура за прототипом відповідає базовому варіанту з введенням синтезованого поліефіру в кількості 0,01125 масових частин (0,075% від маси сухого ТАЦ) (оптимальна кількість),

- рецептури 1,7 таблиці 4 відповідають за-
межним значенням добавки (на прикладі добавки
№3 таблиці 1; рецептура №1 - нижче нижчої межі,
яка заявляється, а рецептура №7 - вище верхньої
межі, що заявляється,

- рецептури 2,6 відповідають нижній і верх-
ній межах кількості добавки, що додається (на
прикладі сполуки №3 табл.1),

- рецептура 3 відповідає найбільш опти-
мальній кількості добавки (0,00375 масових частин
на прикладі сполуки №3 табл.1), подальше до-
давання кількості добавки суттєво не впливає на
зміну динамічної в'язкості.

- Рецептури 3,8,9,10,11,12,13 характе-
ризують приклади на вплив добавок різної структу-
ри і молекулярної маси при оптимальній їх кількості
(0,00375 масових частин) на реологічні характе-
ристики ТАЦ розчинів і механічні характеристики
плівок, які отримуються з них.

Зміну механічних властивостей плівкових
матеріалів, відлитих з композицій, що дослід-
жуються, простежували по двом найбільш важли-
вим показникам:

- міцності плівок на нормальний розрив при
20 °С,

- відносної твердості плівок при 20 °С товщи-
ною до 50 мкм на скляній підкладці, яка визна-
чалась на приладі МЕ-3.

Як видно з наведених в таблицях 4-6 да-
них при додаванні в дослідні ТАЦ композиції в
якості регуляторів в'язкості олігоєфірдіолів за-
гальної формули $\text{HO-R-O-CO-R'-CO-O-R-OH}$ в
межах, які заявляються, у всіх випадках спосте-
рігається значно більше (ефективніше) у порів-
нянні з прототипом зниження реологічних харак-
теристик (наприклад, швидкості зсуву) в 1,5-2
рази при кількості доданих олігоєфірдіолів в три
рази меншій (0,025 масових частин проти
0,075% від маси ТАЦ) за ПРОТОТИПОМ. При
цьому спостерігається одночасне підвищення міц-
ності плівок на розрив при розтягу до 85,6 МПа про-
ти 70,0 МПа за ПРОТОТИПОМ (це складає підви-
щення показника 1,2-1,25 рази). Можна вважати, що
останнє пов'язане з зниженням внутрішньої напруги
в плівках при використанні ряду речовин, що заяв-
ляються. Таким чином, використання олігоєфірдіо-
лів загальної формули $\text{HO-R-O-CO-R'-CO-O-R-OH}$
для регулювання в'язкості розчинів ТАЦ композицій
в заявляємих межах дозволяє при їх меншій кіль-
кості більш ефективно регулювати в'язкість ТАЦ
розчинів на стадії відливу плівок і одночасно в 1,2-
1,25 рази підвищити міцнісні характеристики остан-
ніх.

Впровадження даного технічного рішен-
ня планується в 2001 р. на АВО "Свема", м. Шост-
ка.

Таблиця 4

Склади досліджених композицій в масових частинах

| Компоненти | Базо- вий варі- ант | Прото- тип | Дослідні склади | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------------|---------------|-----------------|------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| ТАЦ | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 |
| Дибутилфталат | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 |
| Трифенілфос- фат | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 |
| Розчинник | 82,6 | 82,6 | 82,6 | 82,6 | 82,6 | 82,6 | 82,6 | 82,6 | 82,6 | 82,6 | 82,6 | 82,6 | 82,6 | 82,6 | 82,6 |
| Поліетиленглі- кольадипінат | — | 0,075 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Добавки в % від маси сухого ТАЦ | №1 | — | — | — | — | — | — | — | — | 0,025 | — | — | — | — | — |
| | №2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 0,025 | — | — | — | — |
| | №3 | — | — | 0,01 | 0,015 | 0,025 | 0,05 | 0,075 | 0,10 | 0,11 | — | — | — | — | — |
| | №4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 0,025 | — | — | — |
| | №5 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 0,025 | — | — |
| | №6 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 0,025 | — |
| | №7 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 0,025 |
| Добавки в масо- вих части- нах, *10 ⁻³ | №1 | — | — | — | — | — | — | — | — | 3,75 | — | — | — | — | — |
| | №2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 3,75 | — | — | — | — |
| | №3 | — | — | 1,5 | 2,25 | 3,75 | 7,5 | 11,25 | 15 | 16,5 | — | — | — | — | — |
| | №4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 3,75 | — | — | — |
| | №5 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 3,75 | — | — |
| | №6 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 3,75 | — |
| | №7 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 3,75 |

Таблиця 5

Динамічна в'язкість розчинів композицій на основі триацетату целюлози
в Па · с при 38 °С і різних зсувних зусиллях

| Швид- кість зсуву, с ⁻¹ | Базо- вий варі- ант | Про- тотип | Дослідні склади | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------------|---------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 0,16 | 174,0 | 80,65 | 74,2 | 69,8 | 51,2 | 50,6 | 48,3 | 49,4 | 53,5 | 43,2 | 48,4 | 55,3 | 44,3 | 36,0 | 32,1 |
| 0,98 | 130,2 | 69,36 | 63,5 | 59,8 | 43,6 | 42,4 | 41,1 | 42,3 | 44,7 | 35,8 | 40,2 | 45,1 | 36,8 | 28,9 | 25,6 |
| 2,64 | 120,2 | 64,1 | 60,6 | 56,3 | 40,3 | 39,6 | 39,1 | 39,9 | 43,6 | 33,6 | 37,5 | 41,9 | 33,9 | 27,6 | 24,1 |
| 8,82 | 95,03 | 55,93 | 50,2 | 46,4 | 36,7 | 36,1 | 35,8 | 36,5 | 38,9 | 28,9 | 32,4 | 37,3 | 28,4 | 24,1 | 20,5 |
| 26,7 | 70,15 | 45,74 | 40,8 | 37,5 | 28,1 | 27,4 | 26,9 | 27,2 | 29,2 | 21,2 | 25,3 | 29,8 | 20,9 | 17,3 | 14,7 |
| 48,60 | 61,95 | 39,10 | 34,6 | 31,3 | 20,9 | 20,2 | 19,8 | 20,7 | 23,5 | 14,3 | 18,3 | 22,2 | 14,1 | 12,1 | 10,6 |
| 145,60 | 56,90 | 33,10 | 29,8 | 27,3 | 18,3 | 18,1 | 17,7 | 17,9 | 19,1 | 13,7 | 17,1 | 21,7 | 11,8 | 10,9 | 10,1 |

Таблиця 6

Міцність плівок на розрив при розтягуванні і їх відносна твердість по МЕ-3

| Показ- ники | Базо- вий варі- ант | Про- тотип | Дослідні склади | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------------|---------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Міцність плівок на розрив, МПа | 76,0 | 70,0 | 78,9 | 82,1 | 84,3 | 85,6 | 85,1 | 85,2 | 85,4 | 86,7 | 85,3 | 82,7 | 78,4 | 84,6 | 83,3 |
| Відносна твердість плівок по приладу МЕ-3 | 0,708 | 0,680 | 0,712 | 0,719 | 0,730 | 0,737 | 0,743 | 0,744 | 0,752 | 0,767 | 0,730 | 0,680 | 0,65 | 0,770 | 0,750 |

Тираж 50 екз.

Відкрите акціонерне товариство «Патент»
Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101
(03122) 3 – 72 – 89 (03122) 2 – 57 – 03

