

Міністерство освіти і науки України
Українська державна академія залізничного транспорту

СКРИПИНЕЦЬ АННА ВАСИЛІВНА

УДК 699.842+691.175

**ВІБРОПОГЛИНАЮЧІ ЕПОКСИУРЕТАНОВІ ВИРОБИ ТА ПОКРИТТЯ
БУДІВЕЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

Спеціальність 05.23.05 - будівельні матеріали та вироби

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків - 2014

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському національному університеті будівництва та архітектури Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, с.н.с.
Попов Юрій Вікторович,
Харківський національний університет
будівництва та архітектури,
доцент кафедри загальної хімії.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Жданюк Валерій Кузьмович,
Харківський національний
автомобільно-дорожній університет,
завідувач кафедри будівництва та експлуатації
автомобільних доріг;

кандидат технічних наук, професор
Золотов Михайло Сергійович,
Харківський національний університет міського
господарства ім. О.М. Бекетова,
професор кафедри теоретичної і будівельної механіки.

Захист відбудеться « 20 » лютого 2014 року о 13⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.820.02 при Українській державній академії залізничного транспорту за адресою: майдан Фейєрбаха, 7, м. Харків, 61050.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Української державної академії залізничного транспорту за адресою: майдан Фейєрбаха, 7, м. Харків, 61050.

Автореферат розісланий « 15 » січня 2014 р.

Учений секретар спеціалізованої
вченої ради



Г.Л. Ватуля

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. У цей час проблема зниження рівня вібрації є актуальною у всіх галузях промисловості (у будівництві, космічній техніці, транспорті тощо). З розвитком сучасних промислових технологій з'являється необхідність захисту будівельних конструкцій і виробів від підвищеного рівня вібрації і шуму за допомогою різних вібропоглинаючих матеріалів.

Питанням дослідження властивостей та застосування вібропоглинаючих матеріалів для зниження рівня вібрації будівельних конструкцій, виробів і пристроїв присвячені роботи таких вчених, як Тартаковський Б.Д., Соломатов В.І., Черкасов В.Д., Бобришев А.М., Ліпатов Ю.С., Яковлев А.П., Яковлева Р.А., Жарін Д.Є., Аскадський А.О., Писаренко Г.С. та інші.

Найбільш ефективними для зниження рівня вібрації є полімерні матеріали, які відрізняються більшою здатністю до дисипації зовнішньої механічної енергії, ніж металеві, неорганічні та інші матеріали, що обумовлено специфічними особливостями молекулярної і надмолекулярної будови полімерів, та їх в'язкопружними властивостями. У результаті процесу розсіювання енергії знижується амплітуда коливань конструкцій, що призводить до підвищення їх надійності та поліпшення технічних параметрів.

Значна частина вібропоглинаючих полімерних матеріалів використовуються в якості мастик, які характеризуються відносно високими значеннями демпфіруючої здатності у вузькому температурному діапазоні, але мають низькі адгезійно-міцнісні властивості. Відомі вітчизняні вібропоглинаючі полімерні матеріали володіють невисокими демпфіруючими характеристиками у необхідному діапазоні температур.

Аналіз літературних і патентних джерел дозволяє зробити висновок, що модифікації сітчастих полімерів реакційно-здатними олігомерами і дисперсними мінеральними наповнювачами дозволяє цілеспрямовано регулювати демпфіруючі та експлуатаційні властивості композицій у необхідному температурно-частотному діапазоні.

Тому перспективним напрямком є створення вібропоглинаючих полімерних будівельних виробів і покриттів на основі олігомер-олігомерних зв'язуючих з підвищеними вібропоглинаючими властивостями і необхідними технологічними, фізико-механічними властивостями та ефективних в широкому температурному і частотному діапазонах, для зниження рівня вібрації інженерного та технологічного обладнання в будівлях та спорудах.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана в рамках бюджетної теми Міністерства освіти і науки України «Розробка наукових основ створення та прогнозування властивостей вібропоглинаючих полімерних композиційних матеріалів для будівництва» (№ держ. реєстрації 0112U00004) у Харківському національному університеті будівництва та архітектури.

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є розробка полімерних композицій з підвищеними вібропоглинаючими властивостями на основі суміші епоксидних і олігоефірциклокарбонатних олігомерів, амінних твердників та високодисперсних мінеральних наповнювачів, для виробів та

покриттів в системах віброзахисту.

Для досягнення мети були поставлені і вирішені наступні завдання:

- аналіз сучасних вібропоглинаючих полімерних матеріалів для зниження рівня вібрації будівельних конструкцій, виробів і пристроїв;
- вивчення впливу хімічної будови олігомерів, їх співвідношення в композиції, природи поверхні дисперсних мінеральних наповнювачів на вібропоглинаючі властивості епоксиретанових полімерів;
- дослідження впливу компонентного складу вібропоглинаючих композицій на процеси твердіння, технологічні, адгезійно-міцнісні та фізико-механічні властивості епоксиретанових композицій;
- дослідження ефективності використання вібропоглинаючого полімерного матеріалу в системах віброзахисту та у якості мастичного покриття для зниження рівня локальної вібрації; визначення тривалості служби розроблених матеріалів під впливом термовологісних факторів;
- розробка технічної документації з виробництва та застосування нових вібропоглинаючих полімерних композицій, ефективних в заданих температурних і віброчастотних умовах експлуатації.

Об'єкт дослідження – вібропоглинаючі епоксиретанові полімерні композиції на основі суміші олігоєфірциклокарбонатного і епоксидних олігомерів, амінних твердників та високодисперсних мінеральних наповнювачів.

Предмет дослідження – технологічні та фізико-хімічні процеси отримання вібропоглинаючих епоксиретанових полімерних композицій.

Методи дослідження. Для досягнення мети та вирішення поставлених завдань були використані теоретичні та експериментальні методи досліджень. Підготовка і проведення досліджень здійснювалася на основі математичного планування експерименту, а достовірність підтверджувалася їх статичної обробкою з використанням комп'ютерного програмного забезпечення.

Наукова новизна одержаних результатів.

Набуло подальшого розвитку уявлення щодо закономірностей структуроутворення вібропоглинаючих епоксиретанових композиційних матеріалів та впливу на їх властивості хімічної природи олігомерів, амінних твердників, поверхні дисперсних мінеральних наповнювачів та характеру їх міжфазної взаємодії.

Вперше показана можливість отримання вібропоглинаючого епоксиретанового матеріалу мастичного типу з високими демпфіруючими і адгезійно-міцнісними властивостями у присутності суміші олігоєфірциклокарбонатного і епоксидіанового олігомерів, та високодисперсних мінеральних наповнювачів: білої сажи та технічного вуглецю.

Вперше встановлено, що епоксиретанові полімери на основі епокситрициклокарбонат-амінних систем характеризуються високим ступенем завершеності процесу твердіння при невисоких температурах, що обумовлено більш високою швидкістю структурування олігоєфірциклокарбонатного олігомера (у два рази у порівнянні з епоксидним) на початковій стадії і низькою ефективною енергією активації на більш глибоких стадіях процесу твердіння.

Вперше експериментально встановлено, що аморфні кремнеземи (біла сажа, аеросил), які мають гідрофільну поверхню за рахунок полярних силанольних груп, на відміну від гідрофобних наповнювачів (метилаеросил, технічний вуглець), зумовлюють більш високий рівень міжфазної взаємодії «полімер - наповнювач», що приводить до зниження коефіцієнта механічних втрат, підвищення температури склування, динамічного та статичного модулів пружності, та розширення температурного інтервалу демпфірування наповненого епоксиретанового полімера.

Практичне значення одержаних результатів.

На підставі виконаних експериментально-теоретичних досліджень розроблені вібропоглинаючі епоксиретанові полімерні будівельні матеріали для систем віброзахисту тонкостінних металевих конструкцій і пристроїв, які не містять токсичних органічних розчинників, каталізаторів, ініціаторів, та тверднуть при невисоких температурах. Вібропоглинаючі полімерні композиції характеризуються підвищеною адгезійною міцністю до металевих поверхонь і високими значеннями демпфіруючої здатності, які зберігаються в широкому температурному діапазоні.

Розроблено технологічну інструкцію з приготування епоксиретанових композицій та виготовлення демпфіруючих полімерних вставок для систем віброударозахисту (СВУЗ), а також технологічну інструкцію та технічні умови з приготування і нанесення вібропоглинаючої полімерної мастики.

Розроблені епоксиретанові матеріали знайшли практичне застосування у якості: мастики для віброізоляції будівельних конструкцій та виробів як товарної продукції ТОВ «Віа-Телос» (м. Харків); віброізоляції конструкцій промислових споруд від систем вентиляції на ТОВ «Керамотерм» (м. Харків); демпфіруючих полімерних вставок в системах віброзахисту на «НТП« Техсіс »» (м. Київ); захисних товстоплівкових покриттів для зниження локальної вібрації пневматичних ручних інструментів на ВАТ «Турбоатом» (м. Харків). Результати роботи впроваджено у навчальний процес кафедри загальної хімії Харківського національного університету будівництва та архітектури при вивченні дисциплін «Хімія в будівництві» та «Інноваційні технології в будівництві».

Особистий внесок здобувача. Автором було проведено аналіз літературних джерел, присвячених питанням, пов'язаним зі зниженням рівня вібрації будівельних конструкцій. Автором були обрані методи та об'єкти дослідження. Автор безпосередньо брав участь у проведенні експериментальної частини роботи, інтерпретації отриманих результатів, розробці технічної документації, впровадженні результатів роботи. Всі включені в дисертацію дослідження, що виконані в співавторстві, проведені за безпосередньої участі автора на всіх етапах роботи.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на науково-технічних конференціях: V Міжнародній науковій конференції «Ресурс і безпека експлуатації конструкцій, будівель і споруд» (м. Харків, 18 - 19 жовтня 2011 р.), X Міжнародній науково-технічній інтернет-конференції «Применение пластмасс в строительстве и городском хозяйстве» (м. Харків, 25 листопада - 25 грудня 2011 р.), III Міжнародній науково-технічній інтернет-конференції «Строительство, реконструкция и восстановление зданий городского хозяйства» (м. Харків, 15 квітня - 15 травня 2012 р.), IX Міжнародній міжвузівській науково-практичній конференції студентів,

магістрів, аспірантів і молодих вчених «Строительство - формирование среды жизнедеятельности» (Росія, м. Москва, 25 - 27 квітня 2012 р.), VII Відкритій українській конференції молодих вчених з високомолекулярних сполук (м. Київ, 15 - 18 жовтня 2012 р.), VI Міжнародній науково-технічній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Хімія та сучасні технології» (м. Дніпропетровськ, 24 - 26 квітня 2013 р.), VII Міжнародній науково-технічній web-конференції «Композиційні матеріали» (м. Київ, березень - травень 2013 р.), II Всеросійській молодіжній конференції «Успехи химической физики» (Росія, м. Черноголовка, 19 - 24 травня 2013 р.).

Публікації. Основний зміст дисертаційної роботи опубліковано у 14 наукових працях, зокрема 6 статтях у спеціалізованих виданнях, що рекомендовані МОН України, 3 тезах доповідей у міжнародних виданнях та 5 тезах доповідей на науково-технічних конференціях.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Повний обсяг дисертації становить 286 сторінок, включає 56 рисунків, 44 таблиці, список використаних джерел з 248 найменувань, 6 додатків на 56 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність роботи, сформульовані мета і завдання дослідження, наведені наукова новизна і практичне значення отриманих результатів.

У першому розділі проведений аналіз наукових публікацій і праць, що присвячені методам фізико-хімічної модифікації та теоретичним основам створення вібропоглинаючих полімерних композицій, а також впливу дисперсних мінеральних наповнювачів на демпфіруючі та динамічні, технологічні та фізико-механічні властивості полімерних композицій. Розглянуто способи захисту будівельних конструкцій, виробів і пристроїв від негативного впливу вібрації за допомогою різних вібропоглинаючих матеріалів.

Показано, що взаємна модифікація епоксидних та уретанових полімерів дозволяє цілеспрямовано регулювати демпфіруючі та експлуатаційні властивості вібропоглинаючих матеріалів, розширяючи сферу їх застосування.

У другому розділі наведена інформація про використані матеріали та методи досліджень.

Враховуючи практичну спрямованість роботи, об'єктами дослідження обрано матеріали, які випускаються промисловістю України та Росії. В якості полімерної матриці використовували епоксидуретанові (ЕУ) сітчасті полімери, отримання яких ґрунтується на взаємодії суміші циклокарбонатвмісних та епоксидних олігомерів з амінами. Обрано суміш олігомерів: олігоєфірциклокарбонатного марки Лапролат-803 (ОЦК) та епоксидіанового марки ЕД-20. Для порівняльної характеристики використані реакційно-здатні олігомери: епоксидкремнійвмісний олігомер марки Т-111 та хлорвмісний аліфатичний епоксидний олігомер марки УП-655. Для твердіння олігомерів використовували твердники амінного типу: діетилентриамін (ДЕТА), поліетиленполіамін (ПЕПА) та моноціанетилдіетилентриамін (УП-0633М).

З метою отримання мастичних матеріалів з заданими технологічними властивостями, а також для регулювання експлуатаційних властивостей були використані наповнювачі з гідрофільною поверхнею, такі як біла сажа марки БС-50, аеросил марки А-175, та наповнювачі з гідрофобізованою поверхнею, такі як метилаеросил марки АМ-1-300 та технічний вуглець марки ПМ-234.

В'язкопружні властивості епоксиретанових полімерів були досліджені методом динаміко-механічного аналізу (ДМА) на крутильному маятнику в режимі зсуву при частоті 1 Гц та на аналізаторі Q 800 в режимі розтягу при частоті 100 Гц в інтервалі температур від 173 до 373 К. Теплофізичні властивості визначали калориметричним методом на диференціальному скануючому калориметрі ДСМ-2М (ДСК). Реологічні дослідження проводили на реов'язкозиметрі Хепплера. Кінетичні параметри на початковій стадії процесу полімеризації досліджували діелектричним методом по зміні питомого об'ємного електроопору. Термомеханічні дослідження проведені за допомогою консистометра Хепплера. Фізико-механічні властивості та адгезійну міцність епоксиретанових полімерів визначали за стандартними методиками.

Третій розділ присвячено розробці вібропоглинаючих епоксиретанових полімерних будівельних матеріалів з поліпшеними вібродемпфіруючими властивостями. Для цього потрібно було створити такі композиції, які б володіли у заданих температурних і частотних діапазонах необхідним динамічним модулем пружності (G' , E') та максимальним значенням тангенса кута механічних втрат ($\text{tg}\delta$), які є мірою тієї частини енергії пружних коливань, яка перетворюється в тепло у в'язкопружному тілі полімеру. При цьому максимальні значення $\text{tg}\delta$ спостерігаються в області головного релаксаційного переходу, тобто в області переходу зі склоподібного у високоеластичний стан. Тому для визначення температурного діапазону ефективного вібропоглинання необхідно було визначити температуру склування (T_c) вихідних олігомерів, отверджених ДЕТА (табл. 1).

Таблиця 1

Експериментально отримані і розраховані значення температури склування (T_c) полімерів

Співвідношення ЕД-20 в суміші з ОЦК, мас. %	T_c (експер.), К	За Аскад- ським (теор.), К	Розрахунок T_c (К) за рівнянням:	
			Фокса-Флорі	Гордона- Тейлора
0	213	215	-	-
20	228	-	232	239
30	243	-	239	255
40	293	-	258	270
50	301	-	277	286
100	365	369	-	-

В табл. 1 представлені результати теоретичного розрахунку T_c сітчастих полімерів, який проводили, використовуючи методику Аскадського А.О.

Теоретичний аналіз концентраційної залежності температури склування сумішей ЕД-20:ОЦК проводили, використовуючи рівняння Фокса-Флорі та Гордона-Тейлора (за принципом масової адитивності).

На рис. 1 представлені експериментальні дані, отримані за допомогою методу ДСК. Для індивідуальних олігомерів ОЦК та ЕД-20 дані розрахованої та експериментально визначеної T_c мають близькі значення, а для сумішевих епоксиретанових полімерів дещо відрізняються. Це, мабуть, пов'язано в одних випадках - з дефектами полімерної сітки, а в інших - з неврахованими рівняннями міжмолекулярних взаємодій, що підвищують температуру склування полімерів.

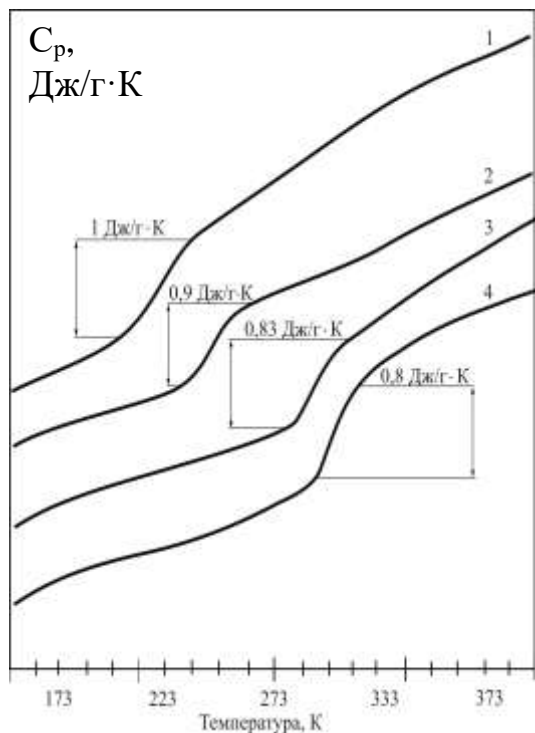


Рис. 1. Температурні залежності теплоємності (C_p) полімерів при співвідношенні ЕД-20:ОЦК= 20:80 (1), 30:70 (2), 40:60 (3) і 50:50 (4) мас. %

Видно також, що при введенні ЕД-20 більш 40 мас. % у суміші з ОЦК, епоксиретанові полімери при звичайній температурі знаходяться в склоподібному стані і тому можуть бути використані у якості демпфіруючих матеріалів при підвищених температурах.

Таким чином, змінюючи співвідношення олігомерів в полімерній матриці, можна цілеспрямовано регулювати температурний діапазон ефективного демпфірування (228-301К).

Вивчено вплив хімічної будови епоксидних олігомерів (діанового, кремнійвмісного та хлораліфатичного) та їх співвідношення в композиції на демпфіруючі і в'язкопружні властивості епоксиретанових полімерів при частоті 1 Гц (рис. 2).

У результаті проведених динамічних механічних досліджень визначено, що із збільшенням вмісту епоксидних олігомерів (ЕД-20, Т-111 і УП-655) в суміші ОЦК з 10:90 до 30:70 мас. %. спостерігається підвищення динамічного модуля пружності на 12-19 % і температури склування на 4-6 К, що, насамперед, пов'язано з тим, що епоксиретановий полімер збагачується більш жорсткими компонентами - у разі використання ЕД-20 і Т-111, що містять у своїй структурі ароматичні фрагменти. При введенні хлораліфатичного олігомеру УП-655 підвищення $\text{tg}\delta$ зумовлено утворенням сітки міцніших міжмолекулярних взаємодій за рахунок більш полярних атомів хлору. З представлених на рис. 2 даних видно, що всі досліджені епоксиретанові системи характеризуються однією областю «розклування», про що свідчить мономодальний пік максимуму $\text{tg}\delta$, і тому можна говорити про створення відносно гомогенної системи. При цьому визначено, що серед досліджуваних систем, склад ЕД-20:ОЦК = 20:80 мас. %. характеризується більшим температурним інтервалом розклування на 10-14 К.

Вивчено вплив амінних твердників на демпфіруючі та динамічні властивості епоксиретанових полімерів на основі епоксидіанового олігомеру та олігоефірциклокарбонату при частоті 100 Гц (рис. 3).

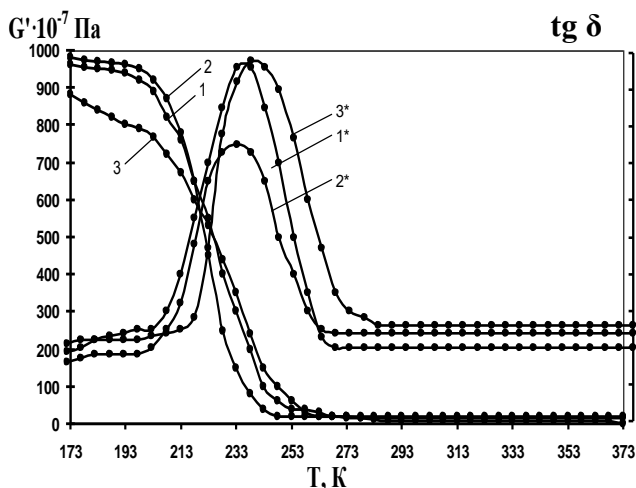


Рис. 2. Температурні залежності модуля зсуву G' (1-3) і механічних втрат $\text{tg } \delta$ (1*-3*) для епоксиретанових композицій на основі: епоксидного олігомеру: ОЦК = 20:80 мас. % для ЕД-20 (1,1*); Т-111 (2,2*) та УП-655 (3,3*), отверджених ДЕТА при частоті 1 Гц

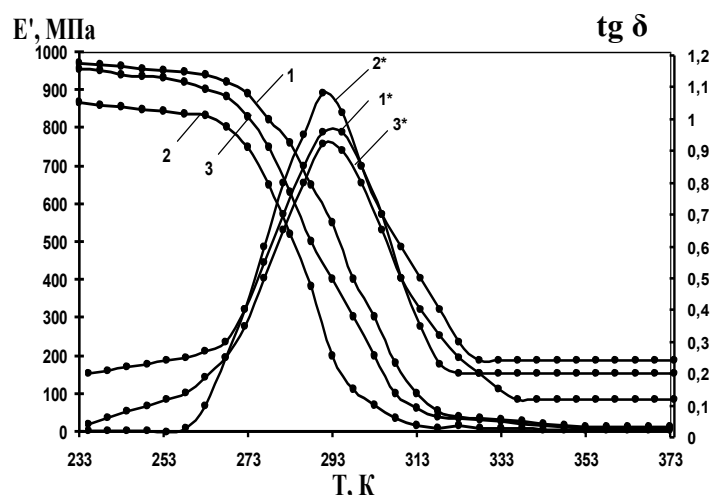


Рис. 3. Температурні залежності модуля пружності E' (1-3) і механічних втрат $\text{tg } \delta$ (1*-3*) для епоксиретанових композицій на основі ЕД-20:ОЦК = 20:80 мас. %, отверджених ДЕТА (1,1*), УП-0633М (2,2*) та ПЕПА (3, 3*) при частоті 100 Гц

Встановлено, що зростання частоти з 1 до 100 Гц призводить до зміщення T_c в область більш високих температур на 63 К. Використання в якості твердника моноціанетилдіетилентриаміна УП-0633М, який містить тільки одну первинну амінну групу, призводить до зниження динамічного модуля пружності E' в склоподібному стані на 10-15 % та незначного збільшення максимального значення тангенса механічних втрат в порівнянні з ПЕПА і ДЕТА.

Дослідження показали, що епоксидциклокарбонатна система ЕД-20:ОЦК=20:80 мас. %, яка отверджена ДЕТА, дозволяє отримати епоксиретановий полімерний матеріал з високим значенням тангенса механічних втрат ($\text{tg } \delta = 0,97$) і з більш широкою температурною областю вібропоглинання у порівнянні з іншими досліджуваними матеріалами. Тому з практичної точки зору даний склад був використаний в якості основи для розробки вібропоглинаючих матеріалів, в тому числі, для наповнених мастичних покриттів.

У зв'язку з цим, було вивчено вплив високодисперсних мінеральних наповнювачів на демпфіруючі та динамічні властивості епоксиретанових полімерів на основі епоксидіанового олігомеру та олігоефірциклокарбонату при частоті 1 Гц (табл. 2). Порівняльну оцінку ефективності різних за дисперсністю наповнювачів проводили при забезпеченні умовно однакової товщини прошарку полімеру між частками дисперсної фази ($\delta \sim 0,2$ мкм).

Введення в епоксиретанову композицію високодисперсних мінеральних наповнювачів призводить до закономірного підвищення модуля високоеластичності (E_∞) в 1,4-2,4 рази (табл. 2). При цьому величина E_∞ полімерів, наповнених БС-50 та А-175, має більш велике значення у порівнянні з полімерами, наповненими АМ-1-300 та ПМ-234.

Таблиця 2

В'язкопружні та демпфіруючі властивості наповнених епоксиретанових композицій

Композиція	δ , мкм	E_{∞} , МПа	G' (скло. стан), ГПа	T_c , К	$tg\delta_{max}$	G' при $tg\delta_{max}$, ГПа	Інтер- вал розсклу- вання, К	Пара- метр А
Ненаповнена ЕУ	-	3,5	9,2	228	0,97	3,4	60	-
А-175 (2,7 % об.)	0,2	6,3	10,9	245	0,76	3	65	-0,19
АМ-1-300 (1,7 % об.)	0,18	6,1	9,3	243	0,82	2,6	60	-0,14
БС-50 (9,8 % об.)	0,19	7,7	11,7	249	0,7	3,45	64	-0,20
ПМ-234 (4 % об.)	0,2	4,9	9,8	239	0,85	3,2	58	-0,09

З табл. 2 видно, що для полімерів, наповнених А-175 і АМ-1-300, температура склування підвищується на 17 і 15 К щодо ненаповнених складів відповідно. При цьому значення максимуму $tg\delta_{max}$ для наповненої композиції А-175 знижується на 22 % (з 0,97 до 0,76), а для композиції, наповненої АМ-1-300 на 15 % (з 0,97 до 0,82) порівняно з ненаповненими складами. Показано, що в присутності низькоенергетичної органофілізованої поверхні АМ-1-300 найбільший внесок у взаємодію полімерна матриця - поверхня наповнювача вносять слабкі Ван-дер-ваальсові взаємодії, які практично не впливають на модуль пружності в склоподібному стані (G'). Навпаки, на більш високоенергетичній поверхні немодифікованого А-175 переважають взаємодії більш високого порядку, що призводить до підвищення модуля пружності на 15 %. Також на відміну від АМ-1-300, при введенні А-175, величина температурного інтервалу розсклування дещо збільшується, що пов'язано з більш високим рівнем взаємодії на межі розділу фаз «гідрофільний наповнювач - полімер».

Додавання білої сажі БС-50, що має гідрофільну поверхню, зумовлює сильну міжфазну взаємодію і призводить до підвищення температури склування на 21 К та динамічного модуля пружності на 20 %, а також значного зниження величини тангенса механічних втрат на 28 % (з 0,97 до 0,7) по відношенню до ненаповненої композиції. У присутності наповнювача з гідрофобною поверхнею ПМ-234 спостерігається зсув температури склування в область більш високих температур на 9 К із зменшенням максимальних значень $tg\delta$ на 12 % (з 0,97 до 0,85).

Характер взаємодії полімеру з наповнювачем оцінювали по безрозмірному параметру А, який також представлено в табл. 2. Параметр А визначали з наступного співвідношення:

$$A = \{1/(1 - \varphi_n)\} \cdot (tg\delta_k / tg\delta_n) - 1,$$

де φ_n - об'ємна частка наповнювача; $tg\delta_k$ і $tg\delta_n$ - тангенс кута механічних втрат наповненого (композиту) і ненаповненого (полімерної матриці) полімерів відповідно.

Сильніші взаємодії між наповнювачем і полімером на межі розділу фаз обмежують молекулярну рухливість полімерних ланцюгів поблизу поверхні

наповнювача в порівнянні з об'ємом матриці, що призводить до зменшення $\text{tg}\delta$ наповненого полімеру і, відповідно, параметра A . Отже, за зростанням впливу природи наповнювачів на рівень міжфазної взаємодії (міжфазної адгезії) в дисперсно-наповнених епоксиретанових полімерах їх можна розташувати в наступній послідовності:

$$\text{ПМ-234} < \text{АМ-1-300} < \text{А-175} \leq \text{БС-50}.$$

Таким чином, показана можливість регулювання температурного діапазону ефективного демпфірування, статичної та динамічної жорсткості епоксиретанових композицій шляхом зміни співвідношення олігомерів, твердників, а також введенням наповнювачів різної природи в полімерну матрицю.

У четвертому розділі розглянуто вплив олігомерного складу і природи поверхні наповнювачів на реологічні властивості, кінетичні параметри процесу твердіння, технологічні та експлуатаційні властивості епоксиретанових композицій.

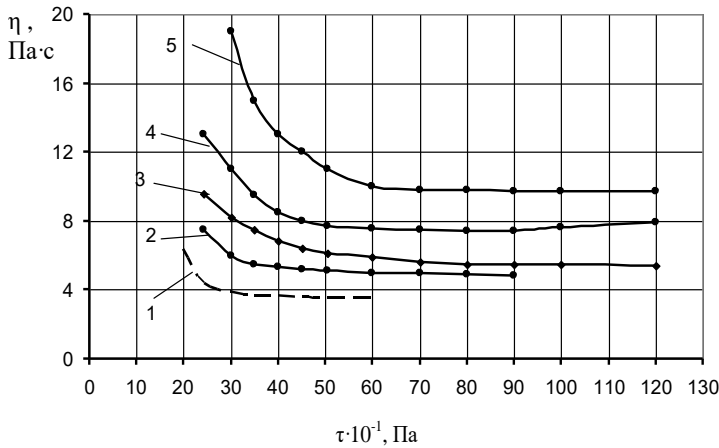


Рис. 4. Залежність ефективної в'язкості (η) від напруження зсуву (τ) для ненаповненої композиції (1), і композицій, що містять ПМ-234 (2), АМ-1-300 (3), А-175 (4), БС-50 (5) з $\delta \sim 0,18-0,2$ мкм

ньютонівської в'язкості в 1,5-2,5 рази (рис. 4). При цьому кращим поєднанням структурно-реологічних властивостей характеризуються композиції у присутності наповнювачів з гідрофобізованою поверхнею (АМ-1-300 та ПМ-234), що дозволяє при невеликому підвищенні ефективної в'язкості підвищити їх ступінь структурування.

Для оцінки ступеня адсорбційної взаємодії олігомер-олігомерних композицій з наповнювачем використовували рівняння Муні (1), в якому об'ємну частку φ вважали ефективною часткою твердої фази φ_e з адсорбуючим шаром олігомера:

$$\ln \frac{\eta_n}{\eta_o} = \frac{K \cdot \varphi_e}{1 - (\varphi_e / \varphi_{\max})}, \quad (1)$$

де η_n и η_o - динамічна в'язкість наповненої та ненаповненої композиції відповідно, Па·с; K - коефіцієнт форми часток наповнювача (коефіцієнт Ейнштейна); φ_{\max} - об'ємна частка наповнювача з гранично можливою концентрацією.

Реологічні дослідження показали, що вихідна система на основі ЕД-20 та ОЦК є слабо-структурованою псевдопластичною рідиною, при цьому збільшення вмісту епоксидіанового олігомера до 40 мас. % в суміші з ОЦК призводить до збільшення динамічної в'язкості в ньютонівській області та аномалії в'язкості більш ніж у 2 рази в порівнянні з чистим ОЦК.

Встановлено, що додавання високодисперсних мінеральних наповнювачів у композицію призводить до збільшення рівня структурування до 35 % та

Встановлено, що додавання в епоксиретанові композиції наповнювачів з гідрофільною поверхнею (біла сажа, аеросил), на відміну від наповнювачів з гідрофобною поверхнею (метилкремнезем, технічний вуглець), призводить до збільшення ρ у 1,5-2,4 рази. Це свідчить про більш сильнішу взаємодію на межі розділу фаз «гідрофільний наповнювач - композиція» у порівнянні з взаємодією в системі «гідрофобний наповнювач - композиція».

Результати досліджень дозволяють зробити висновок, що композиції, які містять наповнювач з гідрофобною поверхнею є перспективними для використання їх в якості мастичних матеріалів при нанесенні на будь-які, в тому числі криволінійні та вертикальні поверхні.

Для визначення параметрів процесів структурування досліджено вплив співвідношення олігомерів та дисперсних мінеральних наповнювачів на кінетичні параметри процесів твердіння епоксиретанових композицій (табл. 3).

Таблиця 3

Кінетичні параметри процесу твердіння епоксиретанових полімерів

Склад композицій, мас. %	Умовна швидкість процесу твердіння $\Delta \lg \rho_V / \Delta t \cdot 10^3$, при температурі, К			E_A , кДж/моль
	303	313	323	
ОЦК (100)	26,3	30,5	32,3	11,0
ЕД-20:ОЦК 10:90	18,4	20,5	29,7	22,0
20:80	20,4	32,0	44,8	34,5
30:70	20,0	25,1	38,7	29,5
40:60	28,1	33,7	54,9	30,1
50:50	30,0	38,0	58,0	35,05
ЕД-20 (100)	15,4	38,2	50,0	50,3

Встановлено, що швидкість твердіння ОЦК при невисоких температурах в два рази більш, ніж з ЕД-20. Проте при підвищенні температури з 313 до 323 К швидкість реакції на початковій стадії процесу твердіння за епоксидними групами на 25-50 % вища, при цьому енергія активації процесу твердіння ОЦК в 4,5 рази менша у порівнянні з композиціями на основі ЕД-20. Показано, що суміші (при вмісті ЕД-20 в кількості 10-30 мас. %) характеризуються невисокою швидкістю процесу твердіння на початковій стадії та ефективною енергією активації E_A , що дозволяє уникнути сильний розігрів композиції, спінювання та зменшити утворення залишкових деформацій у сформованому виробі.

Визначено, що додавання БС-50 в композицію приводить до незначного зниження умовної швидкості реакції твердіння. Під час введення обох типів аеросилів відбувається зниження швидкості твердіння у 2,4-2,7 рази і збільшення ефективної енергії активації процесу у 1,5-2 рази в порівнянні з БС-50.

Для дослідження технологічних властивостей були визначені життєздатність і ступінь твердіння ЕУ композицій при температурах 288 і 298 К (табл. 4).

Технологічні властивості епоксиретанових композицій

Склад композицій, мас. %	Життєздатність, хв., при температурі		Ступінь твердіння, %
	288 К	298 К	
ОЦК (100)	80/90	60/85	87/85
ЕД-20:ОЦК 10:90	60/85	50/70	90/86
20:80	55/80	45/65	92/90
30:70	50/65	40/60	93/92
40:60	45/55	35/45	-
50:50	40/45	30/40	-
ЕД-20 (100)	30/35	25/30	96/94

Примітка: до косої лінії - композиції, отверджені ДЕТА, після - ПЕПА

Показано, що змінюючи співвідношення олігомерів (ЕД-20 та ОЦК) і використовуючи різні амінні твердники (ДЕТА та ПЕПА), можна в широкому інтервалі температур регулювати швидкість твердіння та життєздатність епоксиретанових композицій і отримувати полімери з високим ступенем твердіння (85-93 %).

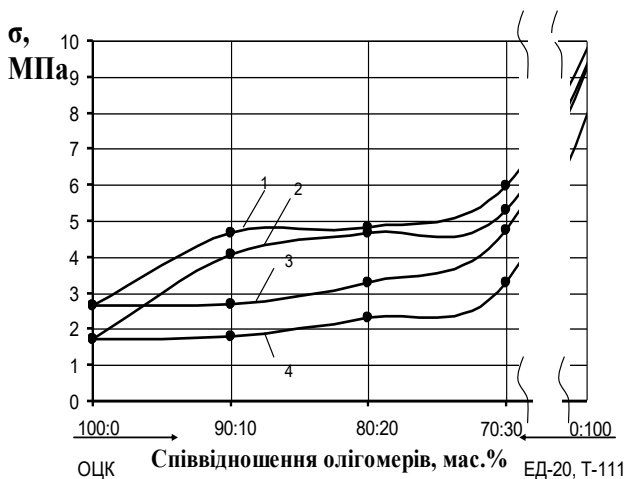


Рис. 5. Вплив епоксидних олігомерів в суміші з ОЦК і типу твердника на адгезійну міцність ЕУ полімерів: ЕД-20: ОЦК (1), Т-111: ОЦК (3), отверджені ДЕТА та ЕД-20: ОЦК (2), Т-111: ОЦК (4), отверджені ПЕПА

збільшення адгезійної міцності на 55 % і 48 % відповідно.

Показано, що додавання в полімерну матрицю високодисперсних мінеральних наповнювачів призводить до зменшення показника стирання (v_i) на 10-20 % і водопоглинання на 15-40 % порівняно з ненаповненою епоксиретановою композицією (табл. 5). Однак міцність при ударі при введенні БС-50 у вихідну композицію знижується на 30 %, а при введенні ПМ-234 на 10 %, при цьому

Досліджено вплив співвідношення олігомерів та високодисперсних мінеральних наповнювачів на деякі фізико-хімічні властивості: водопоглинання, водостійкість і маслостійкість та механічні характеристики епоксиретанових композицій: адгезійну (σ) та ударну міцність, стійкість до стирання (v_i) та еластичність при ударі.

Результати випробувань на адгезійну міцність показали (рис. 5), що руйнування клейового з'єднання для ОЦК і сумішевих композицій з часткою епоксидного олігомера в суміші з ОЦК з 10:90 до 30:70 мас.% носить, у більшості випадків, змішаний характер. Встановлено, що із збільшенням вмісту ЕД-20 і Т-111 до 30 мас. % у суміші з ОЦК спостерігається

еластичність покриття при вигині не змінюється. Кращим поєднанням фізико-механічних властивостей характеризуються композиції у присутності наповнювачів з гідрофільною поверхнею (БС-50) і гідрофобною поверхнею (ПМ-234), які відрізняються високими властивостями міцності, і дозволяють знизити показник стирання і водопоглинання. Слід зазначити високу бензино- та маслостійкість наповнених епоксиретанових полімерів.

Таблиця 5
Фізико-механічні властивості наповнених епоксиретанових полімерів

Композиція	Міцність при ударі, см	Еластичність при вигині, мм	ν_i , мм ³ /м	Водопоглинання, %	Набухання, %	
					в бензині	в маслі
Ненаповнена ЕУ	50	1	6,2	13,9	0,03	0,02
А-175	40	1	5,3	11,8	0,023	0,015
БС-50	30	1	4,9	12,3	0,015	0,012
АМ-1-300	45	1	5,4	9,1	0,021	0,014
ПМ-234	45	1	5,6	8,3	0,01	0,01
БС-50 + ПМ-234	40	1	5,1	8,7	0,01	0,015

Визначено закономірності впливу співвідношення олігомерів та природи наповнювачів на адгезійну міцність та показник стирання епоксиретанових композицій. Для цього виконано планування експерименту, в якому використано ортогональний центральний композиційний план другого порядку. Побудовані поверхні відгуку, які наведені на рис. 6.

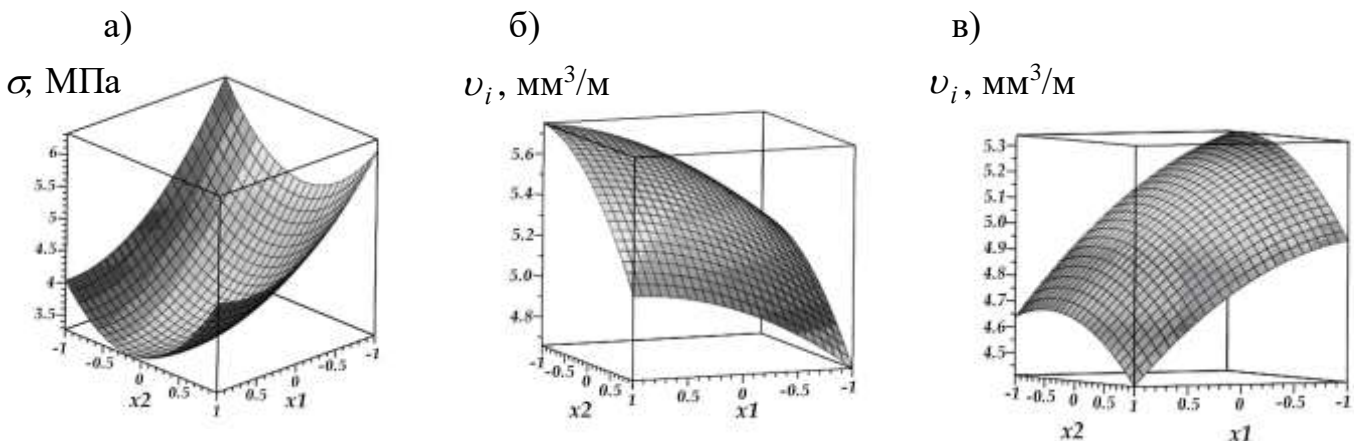


Рис. 6. Залежність адгезійної міцності (а) і показника стирання (б, в) ЕУ композиції від вмісту - ЕД-20:ОЦК (x_1) і БС-50 (x_2) - (а, б), а також БС-50 (x_1) і ПМ-234 (x_2) (в)

На підставі отриманих експериментальних даних виведено рівняння регресії, які адекватно описують вплив кількісного співвідношення олігомерів і наповнювачів на досліджені характеристики:

– адгезійну міцність (σ):

$$Y_1 = 3.66 - 0.95 \cdot X_1 + 0.10 \cdot X_2 + 0.70 \cdot X_1^2 + 1.05 \cdot X_2^2 + 0.20 \cdot X_1 \cdot X_2 ;$$

– показник стирання (ν_i):

$$Y_2 = 5.43 + 0.23 \cdot X_1 - 0.32 \cdot X_2 - 0.1 \cdot X_1^2 - 0.15 \cdot X_2^2 + 0.03 \cdot X_1 \cdot X_2 ;$$

де X_1 – співвідношення олігомерів ЕД-20:ОЦК; X_2 – вміст наповнювача;

– показник стирання (ν_i):

$$Y_3 = 5.06 - 0.31 \cdot X_1 - 0.15 \cdot X_2 - 0.1 \cdot X_1^2 - 0.125 \cdot X_2^2 + 0.037 \cdot X_1 \cdot X_2 ;$$

де X_1 – вміст білої сажі; X_2 – вміст технічного вуглецю.

З проведених досліджень та з урахуванням отриманих залежностей обрано раціональні склади вібропоглинаючих епоксиретанових полімерних композицій (ВПК) та композицій мастичного типу (ВПМ), основні властивості яких наведені у табл. 6.

Таблиця 6

Основні властивості розроблених вібропоглинаючих епоксиретанових композицій

Параметри		ВПК	ВПМ
Зовнішній вигляд		Однорідна прозора маса жовтого кольору	Однорідна пастоподібна маса чорного кольору
Щільність, кг/м ³		1210	1400
Життєздатність при температурі 298 К		45	45-50
Ступінь твердіння за величиною гель-фракції, %		94	95
Динамічна в'язкість при температурі 293 К, Па·с		2,5	4,5
Адгезійна міцність до Ст3, МПа		6	5,5
Еластичність покриття при вигині, мм		1	1
Міцність покриття при ударі, см		50	40
Тангенс кута механічних втрат $tg\delta_{max}$		0,97	0,70
Динамічний модуль пружності при зсуві при $tg\delta_{max}$, ГПа		3,4	3,45
Показник стирання, мм ³ /м		6,2	5,1
Водопоглинання, %		13,9	8,7
Набухання, %	в бензині	0,03	0,01
	в мінеральному маслі	0,02	0,015

Дані композиції характеризуються комплексом необхідних властивостей, що дозволяє використовувати їх у якості заливних виробів та мастичних покриттів. Розроблені вібропоглинаючі ЕУ композиції характеризуються підвищеними демпфіруючими властивостями (більш ніж в 2 рази) і більшою адгезійною міцністю (в 2-4 рази) у порівнянні з відомими аналогами («Адем» та «Антівібріт»).

У п'ятому розділі досліджено ефективність використання розроблених вібропоглинаючих полімерних матеріалів в системах віброзахисту і мастичних покриттів для зниження рівня локальної вібрації, та показано їх область раціонального використання в будівництві.

Розділ містить експериментальні дослідження ефективності розроблених складів епоксиретанових полімерних композицій, призначених для мінімізації коефіцієнтів передач віброприскорення (K_p) в системах віброударозахисту (СВУЗ) в діапазоні впливаючих частот від 20 до 2000 Гц. Для отримання необхідної жорсткості СВУЗ був скорегований склад епоксиретанової композиції, який містить бінарний твердник (суміш ДЕТА та УП-0633М). На рис. 7 представлена схема застосування епоксиретанової вставки розміром $40 \times 16 \times 4$ мм в системі віброударозахисту. Загальний вигляд вібраційного стенду V 850-440 та результати досліджень представлені на рис. 8 та 9 відповідно.

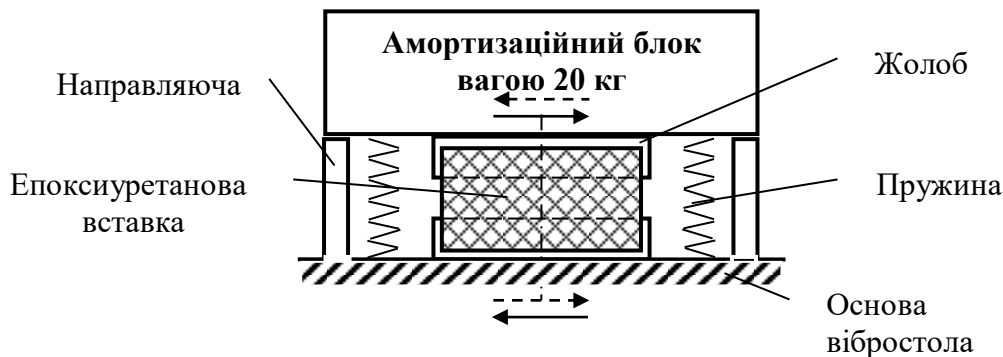


Рис. 7. Схема застосування вставки в системі віброударозахисту



Рис. 8. Вібраційний стенд V 850-440

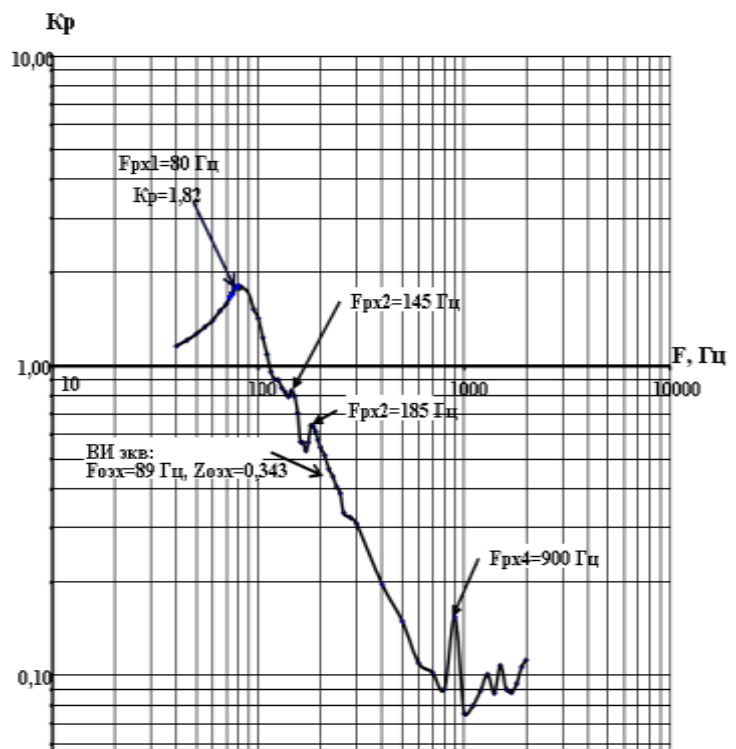


Рис. 9. Амплітудно-частотні характеристики СВУЗ з епоксиретановою вставкою

У результаті аналізу амплітудно-частотних характеристик (АЧХ), які є ілюстрацією ефективності СВУЗ на вібраційний вплив, показано, що ефективність СВУЗ в зарезонансній області досить висока, конструкційні резонанси мало виражені, коефіцієнти передачі віброприскорення K_p на резонансних частотах 60 - 95 Гц знижуються з 30 до 1,6 - 1,8, і при 145 - 185 Гц до $K_p = 1,05 - 1,1$ в необхідному температурному діапазоні (5 до 35 °С). Показано, що ефективність розробленого складу в системах віброзахисту у 2 - 3 рази перевершує відомі аналоги на основі поліуретанів.

Ефективність розробленої вібропоглинаючої полімерної мастики ВПМ для зниження рівня локальної вібрації визначали на ручному пневматичному інструменті ударної дії з використанням вимірювача шуму та вібрації ВШВ-003-М2. Композицію наносили на рукоятку пневматичного інструмента ПП 4010 товщиною 2,5 - 3 мм. Виміри проводилися в діапазоні частот від 8 до 1000 Гц в напрямку осей ортогональної системи координат (X, Y, Z).

У результаті проведених досліджень встановлено, що в області низьких (8 - 16 Гц) і середніх (20 - 125 Гц) частот значення логарифмічних рівнів віброшвидкості (L_v) та віброприскорення (L_a) для пневматичного інструмента без віброзахисту перевищують допустимі значення на 10 - 30 дБ. При використанні ВПМ в низькочастотній і середньочастотній областях рівні L_v і L_a знижуються на 25 % (на 20 дБ). У напрямку осі Z спостерігається зниження рівня віброшвидкості на 8 дБ і віброприскорення на 17 дБ (рис. 10). При цьому в напрямку осі Z рівні L_v і L_a пневматичного інструмента з віброзахистом на 2 - 20 дБ і 4 - 21 дБ нижче гранично допустимих значень.

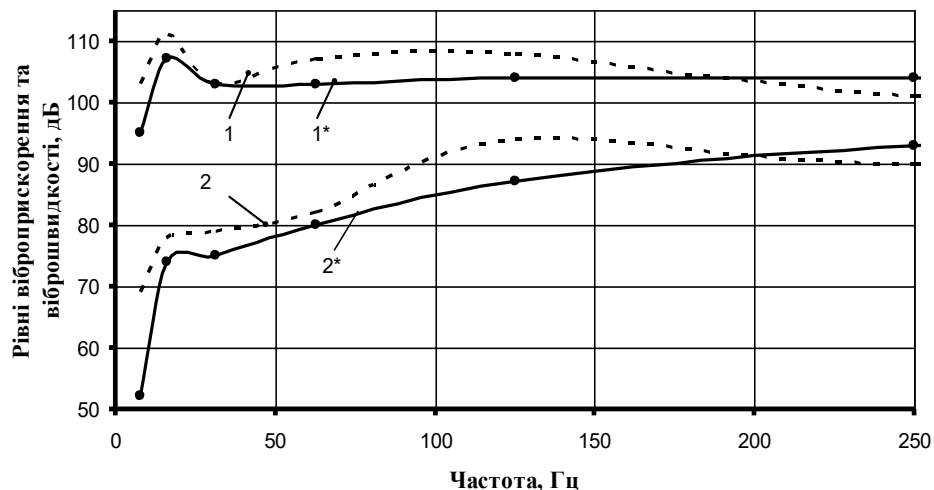


Рис. 10. Залежність рівнів віброшвидкості (1, 1*) та віброприскорення (2, 2*) від частоти уздовж осі Z для пневматичного інструмента без віброзахисту (1, 2) і з ВПМ (1*, 2*)

Було досліджено поведінку вібропоглинаючих епоксиретанових матеріалів при термовологісному кліматичному старінні: при температурах до 333 К та 80 % вологості тривалістю до 90 сут. Дослідження проводили згідно з ГОСТ 9.707-81 одночасними прискореними випробуваннями розробленого матеріалу та

матеріалу-аналогу «Антивібріт-5» (термін служби якого складає не менш 6 років) на стійкість дії кліматичних факторів. В якості критеріїв зміни властивостей в процесі зберігання було обрано: адгезійну міцність до СтЗ, показник стирання, міцність покриття при ударі та модуль високоеластичності. Показано, що розроблена композиція за результатами випробувань не поступається аналогу по стійкості до вказаних дій. Тому тривалість служби розроблених мастичних матеріалів ВПМ складає не менш 6 років.

Визначена область застосування розроблених епоксиретанових матеріалів у вигляді віброізоляційних полімерних вставок і покриттів для зниження проходження вібрацій від вентиляційних систем та інших інженерних комунікацій, промислового устаткування на несучі та огорожувальні конструкції будівель.

Розроблені епоксиретанові матеріали знайшли практичне застосування у якості: мастики для віброізоляції будівельних конструкцій та виробів як товарної продукції ТОВ «Віа-Телос» (м. Харків); віброізоляції конструкцій промислових споруд від систем вентиляції на ТОВ «Керамотерм» (м. Харків); демпфіруючих полімерних вставок в системах віброзахисту на «НТП« Техсіс »» (м. Київ); захисних товстоплівкових покриттів від локальної вібрації пневматичних ручних інструментів на ВАТ «Турбоатом» (м. Харків). Результати роботи впроваджено у навчальний процес ХНУБА. Розроблена технічна документація на їх приготування і застосування, проект технічних умов «ТУ У 26.6-02071174.041-2013 «Вібропоглинаюча полімерна мастика»».

ВИСНОВКИ

1. У дисертації подано теоретичне узагальнення і нове вирішення наукового завдання - створення ефективних вібропоглинаючих епоксиретанових полімерних будівельних мастичних покриттів і виробів на основі суміші епоксидних і олігоефірциклокарбанатних олігомерів, амінних твердників і високодисперсних мінеральних наповнювачів, вибір яких обумовлений особливостями хімічної природи олігомерів, поверхні дисперсних мінеральних наповнювачів і характером їх міжфазної взаємодії, що впливає на структурно-реологічні властивості, процеси твердіння, та формування структури полімерного матеріалу. В результаті виконаних наукових досліджень розроблено склади епоксиретанових полімерних матеріалів з підвищеними вібропоглинаючими властивостями, технологія їх приготування і застосування в системах віброударозахисту (СВУЗ) та для захисту від локальної вібрації.

2. Вивчено закономірності зміни демпфіруючих та динамічних в'язкопружних властивостей епоксиретанових полімерів, отриманих отвердженням аміним твердником циклокарбонатного олігомеру в суміші з епоксидними олігомерами різної хімічної природи (діанового, кремнійвмісного і хлораліфатичного), та показано, що кращими показниками коефіцієнта механічних втрат ($\text{tg}\delta = 0,97$) характеризуються склади, що містять епоксидіановий олігомер в кількості 20 мас.%.

3. Показано, що додавання в епоксиретанові системи наповнювачів з гідрофільною поверхнею (біла сажа, аеросил), на відміну від наповнювачів з гідрофобною поверхнею (метилкремнезем, технічний вуглець), призводить до

більшого зниження тангенса кута механічних втрат залежно від вмісту (на 7-15 %), а також збільшенню динамічного модуля зсуву (на 8-20 %) і температури склування (на 6-10 К), що пов'язано з більш високим рівнем взаємодії на межі розділу фаз «гідрофільний наповнювач - полімер» у порівнянні з взаємодією в системі «гідрофобний наповнювач - полімер».

4. У результаті дослідження процесів твердіння встановлено, що високий ступінь твердіння (до 93 %) епоксиретанових полімерів на основі епокситрициклокарбонат-амінних систем при невисоких температурах (298 К) обумовлен більш високою швидкістю структурування олігоєфірциклокарбонатного олігомера (у два рази в порівнянні з епоксидним) на початковій стадії і низькою ефективною енергією активації на більш глибоких стадіях процесу твердіння.

5. Для забезпечення комплексу технологічних та експлуатаційних характеристик, необхідних при нанесенні епоксиретанового мастичного покриття на металеву поверхню, рекомендується введення комплексного наповнювача, що містить раціональну кількість білої сажі та технічного вуглецю 20 мас. ч та 8 мас. ч., відповідно. При цьому досягається зниження водопоглинання на 40%, підвищення стійкості до абразивного стирання на 17 % та збереження необхідних фізико-механічних властивостей (адгезійна міцність 5,5 МПа, міцність покриття при ударі 40 см).

6. Розроблено склади епоксиретанових полімерних композицій для виготовлення демпфіруючих вставок, призначених для мінімізації коефіцієнтів передач в системі віброударозахисту. Відпрацьована технологія приготування композицій, режими твердіння, виготовлення і зборки полімерних демпфіруючих вставок. Вібростенові випробування показали, що полімерні демпфіруючі вставки знижують коефіцієнт передачі віброприскорення (K_p) на резонансних частотах 60 - 95 Гц до значень $K_p = 1,6 - 1,8$ і при 145 - 185 Гц до $K_p = 1,05 - 1,1$. Ефективність розробленого складу в системах віброзахисту в 2-3 рази перевершує відомі аналоги на основі поліуретанів.

7. Показано, що застосування вібродемпфіруючого полімерного покриття для зниження рівня локальної вібрації пневматичних ручних інструментів дозволило знизити рівні віброшвидкості та віброприскорення в низькочастотній і середньочастотній областях на 25 % (на 20 дБ). При цьому тривалість служби розроблених мастичних матеріалів складає не менш 6 років.

8. Розроблені епоксиретанові матеріали знайшли практичне застосування в якості: мастики для віброізоляції будівельних конструкцій та виробів як товарної продукції ТОВ «Віа-Телос» (м. Харків); віброізоляції конструкцій промислових споруд від систем вентиляції на ТОВ «Керамотерм» (м. Харків); демпфіруючих полімерних вставок в системах віброзахисту на «НТП» Техсіс» (м. Київ); захисних товстоплівкових покриттів для зниження локальної вібрації пневматичних ручних інструментів на ВАТ «Турбоатом» (м. Харків). Розроблена технічна документація на їх приготування і застосування, проект технічних умов «ТУ У 26.6-02071174.041-2013 «Вібропоглинаюча полімерна мастика»». Отримано позитивне рішення про видачу патенту на винахід «Вібропоглинаюча полімерна композиція».

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ РОБІТ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Основні публікації:

1. Попов Ю.В. Исследование технологических свойств олигомер-олигомерных композиций, содержащих эпоксидные и циклокарбонатные группы / Ю.В. Попов, А.В. Кондратенко, Н.В. Саенко [и др.] // Науковий вісник будівництва.– Х.: ХНУБА, 2011. – № 66. – С. 228 - 231.

Особистий внесок: досліджено вплив співвідношення олігомерів на життєздатність та ступінь твердіння епоксиуретанових композицій. Отримано епоксиуретанові композиції з необхідними технологічними властивостями.

2. Березовський А.І. Дослідження динамічних механічних і вібропоглинаючих властивостей епоксиуретанових складів для вогневіброзахисту металевих виробів / А.І. Березовський, А.В. Скрипинець, Ю.В. Попов [та ін.] // Пожежна безпека: теорія і практика. Збірник наукових праць. – Черкаси: АПБ ім. Героїв Чорнобиля, 2012. – № 10. – С. 18 - 27.

Особистий внесок: приведено розроблені вібропоглиначі полімерні композиції на основі епоксидних олігомерів та олігоефірциклокарбонату. Досліджено їх динамічні механічні та демпфіруючі властивості. Показано вплив хімічної будови олігомерів та їх співвідношення в композиції на вібропоглинаючі властивості епоксиуретанових полімерів.

3. Попов Ю.В. Структурно-реологические свойства смесей на основе олигоэфирциклокарбонатного и эпоксидианового олигомеров / Ю.В. Попов, А.В. Скрипинец, Н.В. Саенко [и др.] // Науковий вісник будівництва.– Х.: ХНУБА, 2012. – № 70. – С. 169 - 173.

Особистий внесок: вивчено вплив співвідношення олігомерів на структурно-реологічні властивості суміші на основі епоксидної смоли та олігоефірциклокарбонату. Запропоновано математичне рівняння для розрахунку в'язкості олігомер-олігомерних композицій.

4. Попов Ю.В. Исследование адгезионно-прочностных свойств вибропоглощающих эпоксиуретановых полимеров / Ю.В. Попов, А.В. Скрипинец, Р.А. Быков [и др.] // Комунальне господарство міст. – Х.: ХНАМГ, 2013. – № 107. – С. 139 - 143.

Особистий внесок: досліджено адгезійно-міцнісні та фізико-механічні властивості епоксиуретанових покриттів на основі епоксидіанового, епоксикремнійорганічного та олігоефірциклокарбонатного олігомерів. Приведено розроблені вібропоглинаючі полімерні композиції з високою адгезійною міцністю до металів для систем віброзахисту.

5. Скрипинец А.В. Реологические свойства наполненных вибропоглощающих композиций / А.В. Скрипинец, Ю.В. Попов // Науковий вісник будівництва. – Х.: ХНУБА, 2013. – № 72. – С. 247 - 253.

Особистий внесок: показано вплив високодисперсних мінеральних наповнювачів, які відрізняються хімічною природою поверхні, на структурно-реологічні властивості композицій. Обрано наповнювачі, які можуть бути використані для створення ефективних вібропоглинаючих мастичних матеріалів.

6. Danchenko Yu. M. The dispersion filled vibration-absorbing epoxyurethane polymer compositions for vibration isolation systems / Yu. M. Danchenko, Yu.V. Popov, A.V. Skripinets // European Applied Sciences. – 2013. – Vol. 2, № 107. – PP. 23 - 26.

Особистий внесок: досліджено вплив високодисперсних мінеральних наповнювачів з різною природою на демпфіруючі та експлуатаційні властивості вібропоглинаючих епоксиретанових композицій. Показано ефективність використання полімерних матеріалів в системах віброзахисту.

Апробаційного характеру:

1. Кондратенко А.В. Адгезионно-прочностные характеристики вибропоглощающих полимерных эпоксиретановых материалов / А.В. Кондратенко, Ю.В. Попов // Материалы X Междунар. науч. - техн. интернет - конф. «Применение пластмасс в строительстве и городском хозяйстве», 25 ноября - 25 декабря 2011 г. – Харьков: ХНАГХ, 2011. – С. 59 - 60.

Особистий внесок: досліджено вплив епоксидних олігомерів різної хімічної будови на деякі міцнісні властивості епоксиретанових полімерів.

2. Кондратенко А.В. Разработка вибропоглощающих материалов пониженной горючести / А.В. Кондратенко, И.Г. Маладика, А.И. Березовский [и др.] // Сб. тез. докл. VI Междунар. науч. - практ. конф. «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация». – Минск, 8-9 июня 2011 г. – Т. 2. – С. 32 - 34.

Особистий внесок: запропоновано ефективні вібропоглинаючі епоксиретанові полімерні композиції на основі епоксидних олігомерів та олігоефірциклокарбонату для систем віброзахисту.

3. Скрипинец А.В. Исследование реологических свойств олигомер-олигомерных систем на основе эпоксидной смолы и олигоэфирциклокарбоната / А.В. Скрипинец, Ю.В. Попов, Н.В. Саенко [и др.] // Материалы III Междунар. науч. - техн. интернет - конф. «Строительство, реконструкция и восстановление зданий городского хозяйства», 15 апреля - 15 мая 2012 г. – Харьков: ХНАГХ, 2012. – С. 286 - 287.

Особистий внесок: показано вплив співвідношення олігомерів на структурно-реологічні властивості композицій. Визначено характер реологічних кривих.

4. Скрипинец А.В. Влияние соотношения олигомеров на динамические и вибропоглощающие свойства эпоксиретановых полимерных материалов / А.В. Скрипинец, Ю.В. Попов, Н.В. Саенко [и др.] // Сб. тез. доп. VII Відкритої укр. конф. молодих вчених з високомолекулярних сполук, 15 - 18 жовтня 2012 р. – Київ: ІХВС НАН України. – С. 38.

Особистий внесок: показано результати дослідження впливу епоксидіанового олігомера на демпфіруючі властивості епоксиретанових композицій.

5. Скрипинец А.В. Многофункциональные композиционные полимерные материалы для защиты и восстановления строительных конструкций и изделий / А.В. Скрипинец, Н.В. Саенко, Р.А. Быков, [и др.] // Труды IX Междунар. Межвуз. науч. - практ. конф. студентов, магистров, аспирантов и молодых ученых «Строительство - формирование среды жизнедеятельности», 25 - 27 апреля 2012 г. – М.: МГСУ, 2012. – С. 580 - 582.

Особистий внесок: розроблено наукові основи створення вібропоглинаючих

полімерних композицій для систем віброзахисту з необхідними технологічними та експлуатаційними властивостями.

6. Скрипинец А.В. Исследование процессов структурирования вибропоглощающих эпоксиуретановых композиций / А.В. Скрипинец, Е.С. Барабаш, Н.В. Саенко [и др.] // Зб. тез доп. VI Міжн. наук. - техн. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених «Хімія та сучасні технології», 24 - 26 квітня 2013 р. – Дніпропетровськ, 2013. – С. 95 - 96.

Особистий внесок: визначено основні закономірності впливу співвідношення олігомерів на кінетичні параметри початкової стадії процесу твердіння эпоксиуретанових композицій.

7. Skripinets A.V. Influence of the of fillers on the rheological properties of the vibration absorbing compositions // A.V. Skripinets, E.S. Barabash, N.V. Saenko [and other] // Збірка матеріалів VII Міжн. наук. - техн. WEB-конференції «Композиційні матеріали», травень 2013 р. – К.: КПІ, 2013. – С. 94 - 95.

Особистий внесок: досліджено реологічні властивості дисперсно-наповнених олігомери-олігомерних композицій.

8. Скрипинец А.В. Влияние наполнителей на демпфирующие свойства эпоксиуретановых полимеров // А.В. Скрипинец, Н.В. Саенко, Е.Г. Берлинская // Сб. тез. докл. II Всероссийской молодежной конф. «Успехи химической физики», 19 - 24 мая 2013 г. – Черногловка: Институт проблем химической физики РАН, 2013. – С. 162.

Особистий внесок: вивчено вплив високодисперсних мінеральних наповнювачів на демпфіруючі властивості эпоксиуретанових композицій. Показано зв'язок структурних параметрів дисперсно-наповнених композицій з їх в'язкопружними та вібропоглинаючими властивостями.

АНОТАЦІЯ

Скрипинець А. В. Вібропоглинаючі эпоксиуретанові вироби та покриття будівельного призначення. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.05 - будівельні матеріали та вироби. – Харківський національний університет будівництва та архітектури МОН України, Харків, 2014.

Дисертація присвячена розробці эпоксиуретанових полімерних композицій з підвищеними вібропоглинаючими властивостями для виробів та мастичних покриттів в системах віброзахисту. Використання эпоксиуретанових полімерних композицій на основі суміші епоксидних і олігоєфірциклокарбанатних олігомерів, амінних твердників і високодисперсних мінеральних наповнювачів дозволило вирішити поставлене завдання.

Визначено, що склади з епоксидіановим олігомером в кількості 20 мас. %. характеризуються кращими показниками демпфіруючої здатності ($\text{tg}\delta = 0,97$).

Досліджено вплив співвідношення олігомерів і мінеральних наповнювачів на вібропоглинаючі, структурно-реологічні властивості, процеси твердіння і структуру сітчастого полімеру, а також адгезійно-міцнісні та фізико-механічні властивості эпоксиуретанових композицій.

Показано ефективність розроблених складів епоксиретанових полімерних композицій, призначених для мінімізації коефіцієнтів передач в системах віброзахисту і для зниження рівня локальної вібрації пневматичних ручних інструментів.

Здійснено практичну реалізацію розроблених матеріалів.

Ключові слова: епоксиретанові композиції, вібропоглинання, в'язкопружні та демпфуючі властивості, високодисперсні мінеральні наповнювачі, демпфуюча полімерна вставка, віброзахисні покриття.

АННОТАЦІЯ

Скрипинец А. В. Вибропоглощающие эпоксиретановые изделия и покрытия строительного назначения. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 - строительные материалы и изделия. – Харьковский национальный университет строительства и архитектуры МОН Украины, Харьков, 2014.

Диссертация посвящена разработке эпоксиретановых полимерных композиций с повышенными вибропоглощающими свойствами для изделий и мастичных покрытий в системах виброзащиты.

В работе представлено новое решение научно-практической задачи – создание эффективных вибропоглощающих эпоксиретановых изделий и покрытий на основе смеси эпоксидных и олигоэфирциклокарбонатных олигомеров, аминных отвердителей и высокодисперсных минеральных наполнителей, выбор которых обусловлен особенностями химической природы олигомеров, поверхностью дисперсных минеральных наполнителей и характером их межфазного взаимодействия, влияющих на структурно-реологические свойства, процессы отверждения, и формирования структуры полимерного материала.

Определено, что составы с эпоксидиановым олигомером в количестве 20 мас. %. характеризуются лучшими показателями демпфирующей способности ($tg\delta = 0,97$).

Показана возможность регулирования температурного диапазона эффективного демпфирования, статической и динамической жесткости эпоксиретановых композиций путем изменения соотношения олигомеров, а также введением наполнителей в полимерную матрицу.

Установлено, что аморфные кремнеземы (белая сажа, аэросил), обладающие гидрофильной поверхностью за счет полярных силанольных групп, в отличие от гидрофобных наполнителей (метилаэросил, технический углерод), обуславливают более высокий уровень межфазного взаимодействия «полимер - наполнитель», что способствует снижению коэффициента механических потерь, повышению температуры стеклования, динамического и статического модуля упругости, и расширению температурного интервала демпфирования наполненного эпоксиретанового полимера.

Показана эффективность разработанных составов эпоксиретановых полимерных композиций, предназначенных для минимизации коэффициентов

передач виброускорения в системе виброзащиты, чувствительной к вибрации оборудования. Установлено, что полимерные демпфирующие вставки снижают коэффициенты передачи виброускорений K_p на резонансных частотах 60 - 95 Гц до значений $K_p = 1,6 - 1,8$ и при 145 - 185 Гц до $K_p = 1,05 - 1,1$.

Показано, что применение вибродемпфирующего полимерного покрытия для снижения уровня локальной вибрации пневматических ручных инструментов позволило снизить уровни виброскорости и виброускорения в низкочастотной и среднечастотной областях на 25 % (на 20 дБ).

Разработанные эпоксиуретановые материалы нашли практическое применение: в качестве мастики для виброизоляции строительных конструкций и изделий как товарной продукции ООО «ВИА-ТЕЛОС» (г. Харьков); виброизоляции конструкций производственных зданий от систем вентиляции на ООО «Керамотерм» (г. Харьков); демпфирующих полимерных вставок в системах виброзащиты на «НТП «Техсис»» (г. Киев); защитных толсто пленочных покрытий для снижения локальной вибрации пневматических ручных инструментов на ОАО «Турбоатом» (г. Харьков).

Ключевые слова: эпоксиуретановые композиции, вибропоглощение, вязкоупругие и демпфирующие свойства, высокодисперсные минеральные наполнители, демпфирующая полимерная вставка, виброзащитные покрытия.

ABSTRACT

Skripinets A. V. Vibration absorbing epoxyurethane products and coverings of building appointment. – Manuscript.

Thesis for the degree of candidate of technical scientific on the specialty 05.23.05 – building materials and products. – Kharkov National University of Civil Engineering and Architecture, Kharkov, 2014.

This thesis is dedicated to development of epoxyurethane polymer composition with improved vibration absorbing properties for products and mastic coatings in vibration isolation systems. The use of epoxyurethane polymer compositions based on the mixture of oligester cyclo-cab oligomers and epoxy oligomers, amine and fine-grained mineral fillers allowed to solve the problem.

It was determined that the best indicators of damping capability ($\text{tg}\delta = 0,97$) characterized compositions with epoxydian oligomer in an amount of 20 wt. %.

It was investigated the influence of the oligomers and mineral fillers ratio on the vibration absorbing, structural rheological properties, curing processes and crosslinked polymer structure, as well as adhesion and strength and mechanical properties of epoxyurethane compositions.

It was shown the efficiency of the developed compositions of epoxyurethane polymer materials designed to minimize the transmission coefficients in the system of vibration protection and to reduce the level of local vibration of pneumatic hand tools.

It was carried out the practical implementation of the developed materials.

Keywords: epoxyuretan composition materials, vibration absorbing, viscoelastic and damping properties, fine-grained mineral fillers, damping polymer insert, vibroprotection coatings.

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

ВІБРОПОГЛИНАЮЧІ ЕПОКСИУРЕТАНОВІ ВИРОБИ ТА ПОКРИТТЯ БУДІВЕЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Скрипинець Анна Василівна

.....
Підписано до друку 13.01.2014 р.

Формат паперу 60×84 1/16. Папір офсетний.

Друк на різнографі. Умовн. Друк. арк.0,9. Тираж 100 прим. Зам. №1
.....

Надруковано у копії-центрі «МОДЕЛІСТ»

(ФО-П Миронов М.В., Свідоцтво ВОО№950452)

м. Харків, вул. Червонопрапорна, 3 літер Б-1

Тел. 7-170-354

www.modelist.in.ua