

Ключевые слова: индуцированная флуоресценция, импеданс, поляризационная емкость, экотоп, зеленая зона Львова.

Smal O.V. The Estimation of the Environmental State of Planting of the City of Lviv by Means of Biophysical Methods

Impedance, polarization capacity and induced fluorescence of the tree plantations of the green zone of the city of Lviv are investigated. The relationship between the values of selected bio-physiological parameters, the state of photo pigment complex of research plants and their growth conditions are identified. The results of measurements of selected parameters in trees of different functionality are analysed. Adaptive capacity of aboriginal plants and introduced species is defined, and also pattern changes of research parameters depending on the rocks composition are described. The use of these methods in practice as highly effective and accurate ones is suggested.

Keywords: induced fluorescence, impedance, polarization capacity, ecotype, green area of the city of Lviv.

3. ТЕХНОЛОГІЯ ТА УСТАТКУВАННЯ

УДК 663.531:577.152.3

Доц. С.Р. Мельник, д-р техн. наук;

доц. Л.І. Шевчук, д-р техн. наук; доц. Ю.Р. Мельник, канд. техн. наук;

студ. О.Л. Бойчук – НУ "Львівська політехніка"

ОТРИМАННЯ РОЗРІДЖЕНОЇ МАСИ З РІЗНИХ ЗЛАКОВИХ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТУ FILTRASE BRX

Наведено результати дослідження впливу ферментного препарату Filtrase BRX на закономірності отримання розрідженої маси з різних зернових культур: ячменю, вівса і пшениці. Визначено вплив ферментного препарату Filtrase BRX на в'язкість розрідженої маси, приготованої зі зазначених зернових культур за співвідношень зерно: вода – 1: (3-10). Показано, що використання Filtrase BRX сумісно із ферментним препаратом Amilex 4T, насамперед, впливає на зменшення кінематичної в'язкості розрідженої маси і, меншою мірою, – на зміну вмісту сухих речовин. Встановлено, що застосування ферментного препарату Filtrase BRX дає змогу зменшити витрату електроенергії в одному апараті термоферментативного оброблення у разі розрідження замісу з вівса на 29,8 %, а в разі розрідження замісу з ячменю – на 12,1 %.

Ключові слова: ферментний препарат, ксиланаза, амілаза, глюканаза, в'язкість, сухі речовини, ячмінь, овес, пшениця.

Вступ. В'язкість є одним з найважливіших технологічних показників середовищ спиртового виробництва, оскільки впливає на вихід спирту, вміст незброджених цукрів і інші техніко-економічні показники. Висока в'язкість розрідженої маси, отриманої водно-тепловим обробленням зернового замісу, зумовлює збільшення енергетичних витрат на її транспортування трубопроводами і перемішування, сприяє утворенню застійних зон та погіршенню умов ферментативного гідролізу крохмалю і його похідних. Застосування ферментних препаратів (ФП) розріджувальної дії (бактеріальної α -амілази) на стадії водно-теплого оброблення замісу дає змогу поряд з підвищенням концентрації сухих речовин суслу зменшити в'язкість суслу та інтенсифікувати процеси осукрювання й бродіння. Водночас, використання різного типу глюканаз і ксиланаз, які здатні розщеплювати гумі-речовини, також дає змогу істотно зменшити в'язкість середовища [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Реологічні властивості замісів залежать, насамперед, від концентрації крохмалю, розміру частинок подрібненої сировини, швидкості нагрівання та виду використовуваних ФП. За відсутності ферментів відбувається повне набрякання й клейстеризація крохмалю сировини, в'язкість замісу зростає, він втрачає текучість і важко транспортується [2]. Зокрема, у роботі [3] досліджено вплив концентрації зернових замісів на реологічні властивості розрідженої маси. Показано, що заміс із співвідношенням жито: вода – 1:2 є в'язкопластичним середовищем, а заміси з нижчою концентрацією сухих речовин є практично ньютонівськими рідинами за температури до 60 °С, хоча за подальшого підвищення температури відбувається розварювання зерна, заміс змінює властивості, а за 80 °С маса набуває властивостей в'язкопластичних середовищ.

Використання розріджувальних концентрованих ФП на стадії приготування замісів дає змогу понизити гідромодуль до 2,0-2,5, на 60-75 % розчинити сухі речовини, зменшити в'язкість замісу внаслідок гідролізу полісахаридів до олігосахаридів [4]. Результати дослідження впливу гідромодуля замісів і композицій ФП на перебіг процесів гідроферментативного оброблення спельти та зброджування сусла показали, що за використання препаратів Амілекс 4Т і Діазим ССФ оптимальним значенням гідромодуля замісу є 1: 2,5 [5].

У роботі [6] запропоновано послідовне проведення трьох технологічних стадій процесу виробництва етанолу в кожухотрубному струменево-інжекційному бродильному апараті (КСІБА). Автор виконав комплексні дослідження реологічних характеристик водно-ячмінної суспензії у процесі водно-теплого оброблення на лабораторній стадії та у КСІБА з використанням ФП Дистицим БА-Т і Дистицим XL. Встановлено, що отримана водно-зернова суспензія має властивості псевдопластичних рідин, що позначається на умовах її перероблення. Багато промислових ФП потребує детального вивчення їх дії на різні субстрати з метою уточнення технологічного режиму застосування цих ферментів.

Тому **мета досліджень** – визначення впливу ФП Filtrase BRX, який застосовують у пивоварній промисловості для зменшення в'язкості пивного сусла і покращення показників стадії його фільтрування, на закономірності отримання розрідженої маси з різних зернових культур.

Матеріали та методи. У дослідженнях використано ФП термостабільної бактеріальної α -амілази – Amylex 4Т [7], та ендо-1,3-1,4-ксилази і бактеріальної ендо-1,3(4)-1,3-глюканази – Filtrase BRX [8]. Як субстрати використано заміси із пшениці, ячменю та вівса, крохмалистість і вологість яких становили 64,0 і 12,4 %, 51,4 і 13,9 %, 47,1 і 10,4 %, відповідно.

Заміс зі зазначених зернопродуктів готували у співвідношенні зерно: водопровідна вода – 1:(3-10). До нього додавали потрібну кількість ФП Amylex 4Т (до робочого і контрольного замісу) і Filtrase BRX (до робочого замісу), розміщали колбу із замісом на киплячій водяній бані (~98 °С) та витримували масу при перемішуванні протягом 2 год. Після першої години і після завершення часу оброблення частину розрідженої маси фільтрували крізь марлю, складену у 6-8 разів і в отриманому грубому фільтраті сусла визначали в'язкість (віскозиметром) і вміст сухих речовин (рефрактометром) [9, 10].

Результати та їх обговорення. Встановлено, що в разі зменшення гідромодуля замісу від 10 до 3 у присутності тільки розріджувального ФП Amilex 4Т кінематична в'язкість розрідженої маси із пшениці збільшується в 4 рази – від 2,06 до 8,29 мм²/с після першої, і в 4,4 рази – від 2,58 до 11,33 мм²/с після другої години оброблення (табл. 1). За додавання до замісу додатково ФП Filtrase BRX та зменшення гідромодуля замісу від 10 до 3 в'язкість розрідженої маси збільшується в 3,2 рази – від 1,8 до 5,9 мм²/с (1 год оброблення), і у 2,9 рази – від 2,33 до 6,86 мм²/с (2 год оброблення). Загалом, кінематична в'язкість розрідженої маси із пшениці найбільше зростає за першу годину оброблення, незалежно від гідромодуля замісу і дозування використовуваних ферментів. Якщо прийняти початкову кінематичну в'язкість замісу рівною в'язкості води за температури 20 °С (1,01 мм²/с [11]), то очевидно, що за годину оброблення в'яз-

кість розрідженої маси збільшується у 2,0-8,3 рази у присутності тільки препарату Amilex 4Т і в 1,8-5,9 разів за одночасної дії ФП Amilex 4Т і Filtrase BRX, а за наступні 60 хв – тільки на 25-37 та 16-31 %, відповідно (табл. 1).

Табл. 1. Зміна кінематичної в'язкості (мм²/с) розрідженої маси із зернових культур за різної тривалості оброблення замісу. Розріджувальний ФП Amilex 4Т

Дозування ФП, дм ³ /т зерна	Гідромодуль	Тривалість оброблення			
		1 год	1 год, з ФП Filtrase BRX	2 год	2 год, з ФП Filtrase BRX
Пшениця					
2,0	10	2,06	1,83	2,58	2,33
1,0	5	4,16	2,95	5,20	3,86
0,6	3	8,29	5,90	11,33	6,86
Ячмінь					
2,0	10	2,02	1,60	3,73	1,75
1,0	5	9,49	2,49	19,15	2,83
0,6	3	17,30	4,75	27,90	5,29
Овес					
2,0	10	3,13	2,00	4,20	2,60
1,0	5	9,42	2,50	24,94	3,10
0,6	3	29,00	4,00	47,93	4,41

У присутності тільки ФП Amilex 4Т кінематична в'язкість розрідженої маси з ячменю у разі зменшення гідромодуля замісу від 10 до 3 збільшується у 8,6 рази – від 2,03 до 17,30 мм²/с після першої, та у 7,5 рази – від 3,73 до 27,90 мм²/с після другої години оброблення, а в разі додавання до замісу ФП Filtrase BRX в'язкості маси збільшується в 3 рази – від 1,60 до 4,75 мм²/с (1 год оброблення), як і за другу годину оброблення – від 1,75 до 5,29 мм²/с (див. табл. 1). Порівняно з в'язкістю замісу, кінематична в'язкість розрідженої маси з ячменю за присутності тільки препарату Amilex 4Т за першу годину оброблення збільшується у 2,0-17,3 рази, за одночасної дії ФП Amilex 4Т і Filtrase BRX – в 1,6-4,7 разів, а за наступні 60 хв у 3,7-27,9 та 1,7-5,3 рази, відповідно (див. табл. 1).

Під час оброблення замісу з вівса у присутності тільки ФП Amilex 4Т кінематична в'язкість розрідженої маси у разі зменшення гідромодуля замісу від 10 до 3 збільшується у 9,3 рази – від 3,13 до 29,0 мм²/с після першої години, і в 11,4 рази – від 4,20 до 47,93 мм²/с після другої години оброблення (див. табл. 1), а з додаванням до замісу ФП Filtrase BRX в'язкість збільшується всього у 2 рази – від 2,00 до 4,00 мм²/с за першу годину, і в 1,7 рази – від 2,60 до 4,41 мм²/с – за другу годину оброблення. Порівняно з в'язкістю замісу, кінематична в'язкість розрідженої маси за першу годину водно-теплого оброблення у присутності тільки препарату Amilex 4Т збільшується у 3,1-29,0 разів і тільки в 2,0-4,0 рази за одночасної дії ФП Amilex 4Т і Filtrase BRX, а за наступні 60 хв – у 4,2-47,9 та 2,6-4,4 рази, відповідно (див. табл. 1). У присутності ФП Filtrase BRX найбільша зміна в'язкості розрідженої маси з вівса, як і з ячменю, відбувається за першу годину оброблення, а за наступні 60 хв в'язкість збільшується тільки на 3-10 %.

Загалом, у разі використання ФП Filtrase BRX кінематична в'язкість розрідженої маси є істотно нижчою для всіх культур і практично близькою для

всіх досліджених значень гідромодуля замісу. Також потрібно зазначити, що найменше змінюється кінематична в'язкість за розрідження замісу із пшениці, а найбільше – з вівса та ячменю (рис.). Тому можна рекомендувати додавання ФП Filtrase BRX до замісів з таких культур, як ячмінь та овес. Під час перероблення пшениці ефективність застосування цього препарату буде мінімальною.

Вміст розчинених сухих речовин, як і кінематична в'язкість, у розрідженій масі з усіх культур максимально збільшується за першу годину оброблення (табл. 2). Сумісне використання обох ФП практично не впливає на динаміку зміни вмісту сухих речовин у розрідженій масі. Отже, ФП Filtrase BRX додатково гідролізує розчинні сухі речовини розрідженої маси, які зумовлюють високу в'язкість замісу.

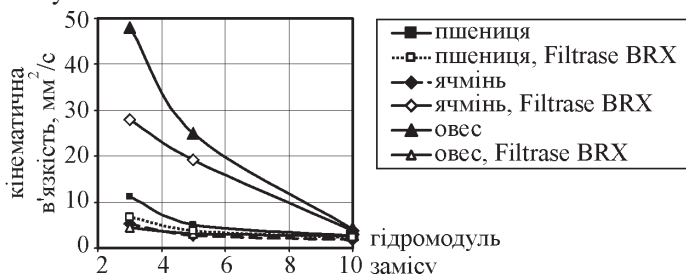


Рис. Залежність кінематичної в'язкості розрідженої маси з різних культур від гідромодуля замісу. Тривалість оброблення – 2 год

Табл. 2. Зміна вмісту сухих речовин (%) у розрідженій масі із зернових культур за різної тривалості оброблення замісу. Розріджувальний ФП Amilex 4T

Дозування ФП, дм ³ /т зерна	Гідромодуль	Тривалість оброблення			
		1 год	1 год, з ФП Filtrase BRX	2 год	2 год, з ФП Filtrase BRX
Пшениця					
2,0	10	7,75	7,67	8,00	8,10
1,0	5	13,45	13,65	14,72	14,82
0,6	3	20,10	20,80	21,90	21,60
Ячмінь					
2,0	10	7,17	6,97	8,00	8,10
1,0	5	12,90	13,00	19,20	19,00
0,6	3	18,52	17,51	20,10	20,20
Овес					
2,0	10	5,23	5,33	6,47	7,38
1,0	5	10,31	10,31	12,29	13,39
0,6	3	14,00	18,50	16,40	19,00

Орієнтовний розрахунок витрати електроенергії на перемішування розрідженої маси згідно з [11] показав, що застосування ФП Filtrase BRX дає змогу економити від 12,1 % до 29,8 % електроенергії під час перероблення замісу з ячменю та вівса, відповідно (табл. 3). Для розрахунку використано вихідні дані: продуктивність виробництва – 2000 дал умовного спирту-сирцю за добу; діаметр апарата – 1,6 м; чотирилопатна мішалка з лопатями шириною 0,25 d під кутом 60 °; діаметр мішалки – $d=1,6/3=0,53$ м; частота обертання – $n=3$ об/с.

Табл. 3. Результати розрахунку витрати електроенергії на перемішування замісу

Культура	Filtrase BRX	Кінематична в'язкість, мм ² /с	Відцентровий критерій Рейнольдса, $Re = nd^2/\eta$	Критерій потужності [11]	Потужність у стаціонарному режимі, кВт	Відносне зменшення витрати електроенергії, %
Ячмінь	+	5,29	159300	0,7	0,87	12,1
	-	27,9	30204	0,88	0,99	-
Овес	+	4,41	191088	0,7	0,87	29,8
	-	47,9	17593	1,0	1,24	-

Висновки. Отже, використання ФП Filtrase BRX дає змогу зменшити кінематичну в'язкість розрідженої маси з пшениці в 1,65 раза, з ячменю – у 5,3 раза, а з вівса – у 10,9 раза за гідромодуля замісу 3 і дозування ФП Amilex 4T і Filtrase BRX по 0,6 дм³/т зерна. На вміст розчинених сухих речовин у розрідженій масі з пшениці та ячменю використання ФП Filtrase BRX практично не впливає, як і зменшення у 3,3 раза витрати ФП. Водночас, використання ФП Filtrase BRX дає змогу підвищити вміст розчинених сухих речовин у розрідженій масі з вівса від 16,4 до 19,0 % (після двох годин оброблення). За результатами виконаних досліджень, можна рекомендувати додавання ФП Filtrase BRX до замісів з ячменю та вівса, що дасть змогу зменшити витрату електроенергії в одному апараті термоферментативного оброблення у разі розрідження замісу з вівса на 29,8 %, а в разі розрідження замісу з ячменю – на 12,1 %.

Література

1. Маринченко В.О. Технологія спирту / В.О. Маринченко, В.А. Домарецький, П.Л. Шиян та ін.; за ред. проф. В.О. Маринченка. – Вінниця : Вид-во "Поділля – 2000", 2003. – 496 с.
2. Яровенко В.Л. Технологія спирта / В.Л. Яровенко, В.А. Маринченко, В.А. Смирнов і др.; под ред. В.Л. Яровенко. – М. : Изд-во "Колос", "Колос-прес", 2002. – 464 с.
3. Ловкис З.В. Влияние концентрации зерновых замесов на реологические свойства / З.В. Ловкис, А.А. Садовский // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій : зб. наук. праць. – 2012. – Вип. 41(1). – С. 45-48.
4. Шиян П.Л. Інноваційні технології спиртової промисловості. Теорія і практика : монографія / П.Л. Шиян, В.В. Сосницький, С.Т. Олійничук. – К. : Вид. дім "Асканія", 2009. – 424 с.
5. Паляниця Л.Я. Гідроферментативне оброблення спельти / Л.Я. Паляниця, Н.І. Березовська, Р.Б. Косів, О.В. Швабюк, Н.О. Паньків // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – Сер.: Хімія, технологія речовин і їх застосування. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка". – 2013. – № 761. – С. 104-107.
6. Ибрагимов Тимур Сафарович. Совершенствование машинно-аппаратурной схемы производства этилового спирта : дисс. ... канд. техн. наук: спец. 05.18.12 – Процессы и аппараты пищевых производств / Т.С. Ибрагимов. – СПб, 2014. – 131 с.
7. Інтернет-ресурс. [Електронний ресурс]. – Доступний з http://mags.datagraf.dk/epub/files/brewing%20e-guide/amylex_4_t.pdf.
8. Інтернет-ресурс. [Електронний ресурс]. – Доступний з http://dsm.ingredientsnetwork.com/Product/2719/Filtrase_BR_X.
9. ГОСТ 33-2000. Нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической вязкости и расчет динамической вязкости. – 18 с.
10. Польшгаліна В.Г. Технохімічний контроль спиртового і лікеро-водочного виробств / В.Г. Польшгаліна. – М. : Изд-во "Колос". – 1999. – 334 с.
11. Павлов К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков. – Л. : Изд-во "Химия", 1987. – 575 с.

Мельник С.Р., Шевчук Л.И., Мельник Ю.Р., Бойчук О.Л. Получение разжиженной массы из разных злаковых с использованием ферментного препарата Filtrase BRX

Приведены результаты исследования влияния ферментного препарата Filtrase BRX на закономерности получения разжиженной массы из разных зерновых культур: ячменя, овса и пшеницы. Определено влияние ферментного препарата Filtrase BRX на вязкость разжиженной массы, приготовленной из указанных зерновых культур при соотношениях зерно: вода – 1: (3-10). Показано, что использование Filtrase BRX совместно с ферментным препаратом Amilex 4T, прежде всего, влияет на уменьшение кинематической вязкости разжиженной массы и, в меньшей степени – на изменение содержания в ней сухих веществ. Установлено, что применение ферментного препарата Filtrase BRX позволяет уменьшить расход электроэнергии в одном аппарате термоферментативной обработки при разжижении замеса из овса на 29,8 %, а при разжижении замеса из ячменя – на 12,1 %.

Ключевые слова: ферментный препарат, ксиланаза, амилаза, глюканаза, вязкость, сухие вещества, ячмень, овес, пшеница.

Melnyk S.R., Shevchuk L.I., Melnyk Yu.R., Boychuk O.L. Obtaining Rarefied Mass of Various Crops Using Enzyme Preparation Filtrase BRX

The article contains some results of investigation of influence of enzyme preparation Filtrase BRX on regularities of obtaining a rarefied mass of various crops such as barley, oats and wheat. The effect of influence of enzyme preparation Filtrase BRX on the viscosity of rarefied mass obtained from these crops with the ratio grain to water – 1: (3-10) is studied. The use of enzyme preparation Filtrase BRX compatible with the enzyme preparation Amilex 4T primarily is proved to reduce the kinematic viscosity of rarefied mass and to a lesser extent change the content of dry matter. It is found that the use of enzyme preparation Filtrase BRX allows reducing power consumption in a single unit of the heat treatment during obtaining rarefied mass of oats on 29,8 %, while of barley on 12,1 %.

Keywords: enzyme preparation, xylanase, amylase, glucanase, viscosity, dry matter, barley, oats, wheat.

УДК 667.64:678.026

*Ст. препод. А.В. Акимов –
Херсонская государственная морская академия*

ПРИМЕНЕНИЕ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПЛАСТИФИЦИРОВАННОЙ ЭПОКСИДНОЙ МАТРИЦЫ

Проведено исследование влияния мелкозернистых огнеупорных наполнителей различной физической природы на физико-механические свойства и структуру пластифицированных трихлорэтилфосфатом эпоксидных композитов на основе эпоксидно-диановой смолы ЭД-20. В результате анализа полученных данных выбран оптимальный наполнитель, обеспечивающий снижение горючести композита, а также подобрана оптимальная концентрация, при которой обеспечиваются оптимальные значения ударной вязкости, разрушающих напряжений и модуля упругости при изгибе, а также структура композита.

Ключевые слова: эпоксидный композит, пластификатор, мелкозернистый наполнитель, физико-механические свойства, структура.

Постановка задачи. Формирование конструкционных материалов с улучшенными свойствами является актуальной проблемой современного материаловедения [1]. В данном аспекте перспективными и конкурентоспособными являются полимерные композитные материалы (КМ) на основе эпоксидных связующих. Применение таких материалов в различных сферах промышленнос-

ти обусловлено широким спектром их улучшенных свойств. Потребность в повышении их эксплуатационных характеристик постоянно предъявляет повышенные требования к полимерным материалам и их производству. Применение известных и широко распространенных полимерных матриц из эпоксидных композитов в целом не обеспечивает в полной мере необходимых свойств материалов. Одним из путей решения данной задачи является создание новых эпоксидных композитов при целенаправленном регулировании их эксплуатационных характеристик научно обоснованным введением полидисперсных наполнителей различной активности в отношении полимерной матрицы, что позволит улучшить как их адгезионные, так и когезионные свойства [2, 3].

Анализ последних исследований и публикаций. На сегодня широко и эффективно используют КМ на основе эпоксидно-диановой смолы ЭД-20 (ГОСТ 10587-84) и отвердителя полиэтиленполиамин ПЭПА (ТУ 6-05-241-202-78) [1-5]. Предварительно установлено, что оптимальным содержанием отвердителя ПЭПА для отверждения ЭД-20 является следующее соотношение компонентов: 10 масс.ч. отвердителя на 100 масс.ч. эпоксидно-диановой смолы [3-5].

При разработке эпоксидных матриц для защитных покрытий (в том числе и огнеупорных) важное значение, в первую очередь, имеет оптимизация их ингредиентов и исследование механизма протекания физико-химических процессов сшивания при введении модификаторов и наполнителей различной природы [6]. Регулировать важнейшие свойства полимеркомпозитных покрытий возможно физико-химической модификацией или комбинированием различных материалов для создания конструкций композитных материалов, в которых оптимально сочетаются свойства компонентов. Для обеспечения необходимых эксплуатационных характеристик композиционных материалов используют пластификаторы и наполнители. Пластификаторы улучшают эластичность полимерных материалов, снижают температуру обработки. Наполнители позволяют повысить механические и физико-химические характеристики композитов. Влияние наполнителя на свойства полимера определяется многими факторами: химической природой полимера и наполнителя, характером поверхности наполнителя, размером и формой его частиц, способностью к образованию собственных структур, изменением конформационного набора макромолекул и самой структуры полимера [6-7]. В случаях, когда введение наполнителя приводит к улучшению механических и физико-химических свойств КМ, принято говорить об усиливающем действии наполнителя. В работах [8-10] введено понятие активности наполнителя относительно полимерной матрицы. Наполнители при разном количественном содержании могут по-разному влиять на структуру полимеров [6, 7].

Цель работы – исследовать влияние мелкозернистых огнеупорных наполнителей различной физической природы на физико-механические свойства и структуру эпоксидных композитов.

Материалы для исследования. В работе [11] проведено исследование КМ на основе эпоксидно-диановой смолы марки ЭД-20 (ГОСТ 10587-93). В качестве отвердителя эпоксидного олигомера применяли отвердитель аминного типа – полиэтиленполиамин (ПЭПА) (ТУ 6-02-594-85), способный формировать