

**Methodology.** To achieve the purpose of the research the microbiological method in order to restrain the growth of the staphylococcus, collibacillus and Sabura yeast-like fungus in the textile products is implemented.

**Findings.** The impact of certain types of the biocyclic preparations on the vital activity depression processes of the pathogenic microorganisms on textile materials of different types is researched.

**Originality.** The list of preparations which may be used to protect textile materials and human health from the harmful influence of pathogenic microorganisms is composed.

**Practical value.** As a result of the research the preparations of ketamine AB, methacidum and their combination with the silicon preparation of KE - 119-215 are determined as appropriate to be used to protect textile materials from the harmful influence of the pathogen microorganisms.

**Key words:** *Eco textile, microorganisms, microbial-resistant preparations, nanotechnologies.*

УДК 666.97

ТРОФІМОВ О.О., САВЧЕНКО Б.М.

Київський національний університет технологій та дизайну

### РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ ФІБРОБЕТОНУ

**Мета.** Розробка наповнювача фібробетону, адгезійні властивості поліетилентерефталату і поліпропілену до бетону.

**Методика.** Визначення фізико-механічних показників, адгезія до бетону.

**Результати.** Проаналізовано результати досліджень деяких фізико-механічних властивостей. Виготовлено та досліджено властивості армувальних матеріалів на основі поліпропілену і поліетилентерефталату.

**Наукова новизна.** Показано можливість створення фібро волокон, що можуть мати задані експлуатаційні характеристики. Визначено, що армування бетону на основі поліетилентерефталату, краще ніж на основі поліпропіленових волокон.

**Практична значимість.** Показано, що створені композити можуть бути використані на практиці як наповнювачі для бетону.

**Ключові слова:** фібробетон, поліпропілен, поліетилентерефталат, адгезія, довговічність, міцність.

**Вступ.** На сьогодні більша частина будівельних робіт ведеться із застосуванням бетону. Не дивлячись на ряд незаперечних переваг і широке застосування, неармовані бетони характеризуються низькою ударною міцністю, низьким опором на розрив, і утворенням усадочних тріщин при застиганні. Все це призводить до відносно невисокою довговічності виробів з таких бетонів. Традиційно ці проблеми вирішуються вторинним армуванням, яке в конструкційному бетоні здійснюється використанням

сталеві арматурою, а в перекриттях - металеві сітки. Крім того, останнім часом робляться спроби застосування дисперсного армування бетонної матриці за допомогою поліпропіленових, скляних, базальтових і металевих волокон. Дані способи дозволяють виготовляти конструкції складної конфігурації, вирішують проблеми морозостійкості виробів, зменшують загальну вагу конструкцій, при певному дозуванні волокно замінює вторинне армування і забезпечує пластичність бетону. Дисперсійне армування підвищує пластичність бетонної маси і зменшує утворення усадочних тріщин і на відміну від сталеві сітки, яка має цінність тільки після того, як бетон тріснув, фібра запобігає появі тріщин в бетоні ще на стадії, коли він перебуває в пластичному стані.

**Постановка завдання.** Виходячи з аналізу літературних джерел і задач, а також результатів пошукових досліджень щодо впливу фібри до бетону, було вирішено використовувати як наповнювач поліетиленерефталат (ПЕТФ) та поліпропілен (ПП) як матриця для бетонного шару.

Зараз можна виділити два основних види армування бетону - за допомогою безперервних ниток, тобто, сіток або тканин, і за допомогою невеликих відрізків волокон, так званих фібр.

**Результати дослідження.** Фібра (від лат. *fibra* — волокно) – це матеріал у вигляді волокон або вузьких смуг, застосований для дисперсного армування бетонних конструкцій. При цьому підвищується опір розтягання, стирання, ударним навантаженням.

Фібробетон більш прогресивний, перш за все, тому, що традиційна арматура забезпечує двомірне зміцнення бетону, а введення в цемент фібр дає тривимірне зміцнення. Для отримання фібробетону використовується металева фібра, скловолокно, базальтове, азбестове волокно, синтетичне волокно (нейлонове, поліетиленове, поліпропіленове).

Завдяки введенню в бетон фібр, з'являється можливість подолати один з головних недоліків бетону - низьку міцність на розтяг і вигин. Армуючі волокна беруть на себе розтягуючу напругу, і опір розтягування зростає на 250%. Фібро волокно сприяє рівномірному розподілу вологи в бетоні, внаслідок чого знижуються внутрішні навантаження, в два рази підвищується тріщиностійкість і в 12 разів - ударна міцність бетону. Під час виробництва фібробетону в ньому утворюється набагато менше водних каналів і капілярів, ніж в звичайному бетоні, цим обумовлюється його висока морозостійкість. Також потрібно відзначити стійкість фібробетона до впливу агресивних середовищ, високу ударну міцність і водонепроникність.

Є такий матеріал як волокно армуюче поліпропіленове: волокно армуюче поліпропіленове (ВАП) являє собою окремі високомодульні волокна з термопластичного модифікованого гомополімера, піддані хімічній і композитної модифікації і призначені для однорідного розподілу в бетонах і будівельних розчинах. Волокна оброблені спеціальним складом який поліпшує адгезію і сприяє активному виведенню повітря з бетонної суміші.

Технічні характеристики армуючого поліпропіленового волокна представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

**Технічні характеристики волокна армуючого поліпропіленового (ВАП)**

Питома вага	0,91
Діаметр окремого волокна, мкм.	20 / 33
Довжина різки, мм.	2; 4; 6; 12; 18
Міцність при розриві, Н / мм <sup>2</sup>	не менше 400
Відносне подовження при розриві, %	20,0
Вологість, % не більше	2,0
Модуль пружності, не менше, МПа	3 000
Площа поверхні волокна, м <sup>2</sup> / кг	220-240
Кількість одиничних волокон, млн.шт. / кг.	350-500
Температура плавлення, ° С	176

Експериментальні дослідження пов'язані з вивченням поведінки бетонних елементів, дисперсно - армованих поліпропіленовим волокном та ПЕТФ волокном, при стисненні і розтягуванні при згині.

Для його отримання застосовувалось: композиційне в'язке, поліпропіленова фібра, поліетилентерефталатові волокна.

Для оцінки якості застосовуваних заповнювачів були вивчені їх основні фізико-механічні властивості (табл.2).

Таблиця 2

**Фізико-механічні характеристики заповнювача**

Найменування показника	Відсів дроблення сланцю	Пісок
Модуль крупності	4,40	1,2
Насипна щільність, кг/м <sup>3</sup>	13,42	1469
Пустотність, %	51,9	44,2
Водопотребність, %	5,2	11
Цементопотребність	0,54	0,63

Виробнича практика показала, що армування цементної матриці поліпропіленовим волокном, дає кращі характеристики в три рази. Поліпропіленові волокна включаються в бетонні зразки з метою збільшення міцності бетону на стиск від 10% до 60% і вигині від 10% до 200%.

Додавання поліпропіленових волокон в бетон впливає на:

- ефективну протидію тріщинам і проламів в перший період зв'язування бетону;
- елімінація сталевих сітки;
- зниження вологоємності і водонепроникності;
- збільшення морозостійкості;
- поліпшення зв'язності і однорідності бетону;
- покращення стійкості до корозії;
- покращення стійкості до стирання.

Поліпропілен - синтетичний термопластичний неполярний полімер, що належить до класу поліолефінів.

Поліпропілен має високу стійкість до кислот, лугів, розчинів солей та іншим неорганічним агресивних середовищ. При кімнатній температурі не розчиняється в органічних рідинах, при підвищених температурах набухає і розчиняється в деяких розчинниках, наприклад, в бензолі, чотирихлористому вуглеці, ефірі. Поліпропілен має низьке вологопоглинання. Характеризується хорошими електроізоляційними властивостями в широкому діапазоні температур. Поліпропілен випускається у вигляді забарвлених і нефарбованих гранул. Для фарбування використовують пігменти або органічні барвники. Легкий кристалізуючий матеріал.

Поліпропілен має хороші механічні властивості. Гомополімер має підвищену жорсткість, може бути прозорий, але крихкий при низьких температурах.

Полімерні матеріали, в число яких входить і поліпропілен, знаходять широке застосування і забезпечують ефективність розвитку економіки та підвищення конкурентоспроможності продукції в галузях-споживачах за рахунок заміни дорогих матеріалів, зниження матеріаломісткості, формування прогресивних технологій переробки матеріалів, створення нових поколінь техніки. Властивості поліпропілену представлені в таблиці 3.

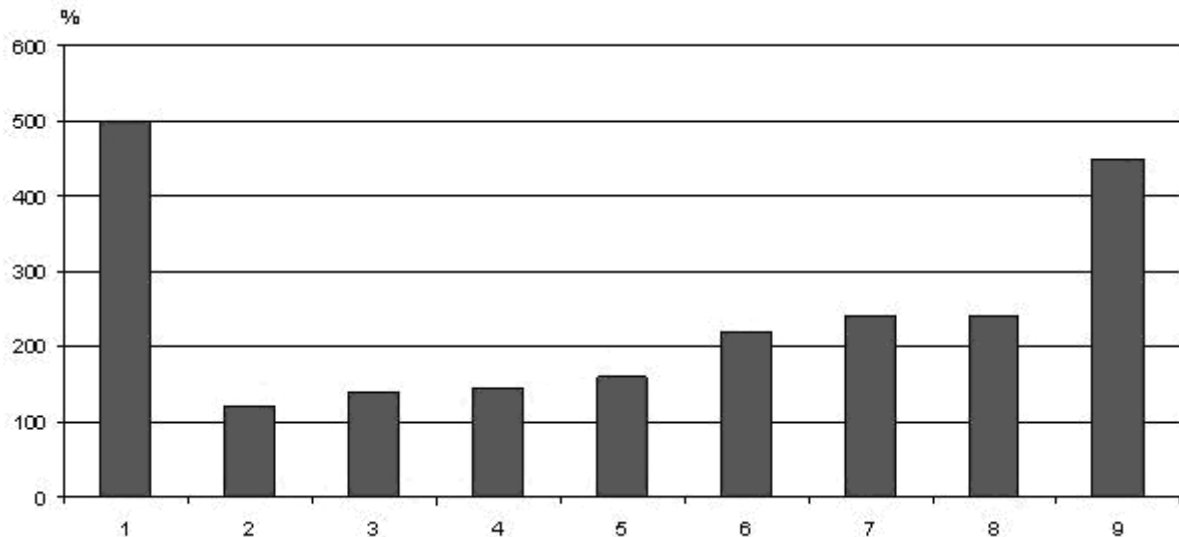
Таблиця 3

### Властивості поліпропілену

Щільність, г / см	0,90-0,92
Масова частка, %	
ізотактичної фракції	95...98
атактичної фракції	5...2
Межа міцності при розриві, кг / см <sup>2</sup>	260-400
Відносне подовження при розриві, %	200-700
Температура плавлення, °С	160-170
Температура склування, °С	-10...-20
Ступінь кристалічності, %	50-75
Морозостійкість, 0С	-10 і нижче
Теплопровідність, кал / сек × см × град	0,00033
Питома теплоємність, кал / г × град	0,40-0,50
Коефіцієнт об'ємного розширення при 20 °С	0,00033
Вологопоглинання за 30 діб при 20 °С, %	0,03
Діелектрична проникність при 10 <sup>6</sup> Гц	2,2
Питомий об'ємний електричний опір, Ом × см	10 <sup>17</sup>
Питомий поверхневий електричний опір, Ом	10 <sup>16</sup>
Електрична міцність на змінному струмі на пластинах товщиною 1 мм, кв / мм	30-35

Разом з тим, в ході багаторічних досліджень в лабораторних умовах було встановлено, що вироби, армовані поліпропіленовими волокнами, характеризуються значними деформаціями навіть при невеликих навантаженнях розтягування, що пояснюється низькою адгезією поліпропілену в цементній матриці. Крім того, такі

вироби з плином часу втрачають свої властивості міцності, мають високу стиранисть поверхні і горючість при впливі на волокно відкритого полум'я. Встановлено, що бетонні вироби характеризуються підвищеною довговічністю, значною міцністю на стиск, морозостійкістю і ін. (рис. 1)



**Рис. 1. Характеристика бетонних виробів, в порівнянні з контрольними зразками:**

1. Довговічність. 2. Міцність на стиск. 3. Водонепроникність. 4. Міцність на розколювання. 5. Морозостійкість. 6. Тріщиностійкість. 7. Міцність на розтяг при згині. 8. Опір стиранням. 9. Ударна міцність.

Все це пояснюється тим, що структура бетону близька до структури, армоцементу з арматурою із сталеві сітки. Однак фібробетон володіє більш високою міцністю і стійкий до деформацій, так як армуюча його фібра забезпечує більш високий ступінь дисперсності армування бетонного каменю і сам він володіє вищою, ніж сталева сітка, міцністю. Крім того, фібробетон може переносити великі пружні деформації тому, що волокно при розтягуванні не піддається пластичній деформації, а по пружності перевершує сталь.

Фібра поліпропіленова, фіброволокно, фібрин, є ефективною армуючою добавкою для бетону, збільшуючи міцнісні та інші якісні показники бетону. Фібра поліпропіленова підвищує характеристики вогнестійкості бетону і сприяє витримувannya підвищених температур бетону.

Особливості поліпропіленового фіброволокна:

- фіброволокно підвищує опір механічних впливів;
- фібра поліпропіленова у відмінності від металеві сітки армує розчин по всіх напрямках;
- поліпропіленова фібра має високу адгезію до розчину і утворює однорідну масу;
- фібра поліпропіленова підвищує стійкість до стирання;
- фіброволокно поліпропіленове підвищує міцність бетону на розтягуванні при згині;

- фібра з поліпропілену виключає появу пластичних деформацій, тріщин, відшаровування поверхні;
- фіброволокно поліпропіленове збільшує морозостійкість;
- бетон з вмістом поліпропіленових волокон володіє кращим зчепленням, ніж звичайний бетон;
- фіброволокно збільшує водонепроникність бетону - за рахунок блокування волокнами фібри капілярів бетону.

Найбільш швидке зростання ринку полімерів є зростання ринку поліетилентерефталату (ПЕТФ). Важливою особливістю ПЕТФ є те, що вторинний матеріал на його основі досить легко піддається переробці.

ПЕТФ знаходить різноманітні застосування завдяки широкому спектру властивостей, а також можливості керувати його кристалічністю. Основне застосування пов'язане з виготовленням ПЕТФ-тари, зокрема пляшок для газованих напоїв, оскільки ПЕТФ володіє чудовими бар'єрними властивостями. В цьому випадку аморфний ПЕТФ піддається двоосному розтягуванню вище  $T_g$ , для створення кристалічності. Інші області застосування ПЕТФ охоплюють текстильні волокна, електричну ізоляцію і виробу, одержувані роздувне формування. Для багатьох застосувань кращими властивостями володіють сополімери ПЕТФ.

Донедавна, одержувати вторинне ПЕТФ сировина була дуже складно. Існуючі технології та обладнання для рециклінгу поліетилентерефталату були технічно недосконалі і збиткові. Однак, утилізація ПЕТФ-продукції також пов'язані з серйозними витратами і забрудненням природи. Це змусило фахівців шукати недорогі способи отримання вторинної ПЕТФ сировини. В даний час створені і успішно працюють недорогі лінії для переробки ПЕТФ у тому числі і російського виробництва.

Аморфний поліетилентерефталат - твердий прозорий із сіруватожовтуватим відтінком, кристалічний - твердий, непрозорий, безбарвний. Відрізняється низьким коефіцієнтом. Термодеструкція ПЕТ має місце в температурному діапазоні 290-310 С. Деструкція відбувається статистично уздовж полімерного ланцюга; основними летючими продуктами є терефталевая кислота, оцтовий альдегід і монооксид вуглецю. При 900 ° С генерується велика кількість різноманітних вуглеводнів; в основному летючі продукти складаються з діоксиду вуглецю, монооксиду вуглецю і метану. Для запобігання окислення ПЕТ під час переробки можна використовувати широкий ряд антиоксидантів.

Фізико-механічні властивості ПЕТФ представлені в таблиці 4.

Таблиця 4

**Фізико-механічні властивості ПЕТФ**

Коефіцієнт теплового розширення (розплав)	6,55 x 10 <sup>-4</sup>
Стиснення (розплав), Мпа	6,99 x 10 <sup>6</sup>
Щільність, г / см <sup>3</sup> : аморфний, кристалічний	1,335, 1,420
Діелектрична постійна (23 ° С, 1 кГц)	3,25
Відносне подовження при розриві, %	12-55
Температура склування, аморфний, кристалічний	67, 81
Температура плавлення, ° С	250-265
Температура розкладання	350 <sup>0</sup> С
Показник заломлення (лінія Na): аморфний, кристалічний	1,576 1,640
Межа міцності при розтягуванні, МПа	172
Модуль пружності при розтягуванні, МПа	1,41x10 <sup>4</sup>
Вологопоглинання ПЕТФ	0,3%
Допустима залишкова волога ПЕТФ	0,02%
Морозостійкість, до	-50 <sup>0</sup> С

Фіробетон з додаванням фібри з ПЕТФ в 5 разів більш стійкий до удару і розколювання в порівнянні із звичайним бетоном. Застосування фіброчастинок при невеликих нормах витрати підвищує до 60% стійкість бетону до стирання. При введенні фібри в бетон підвищується водонепроникність і відповідно знижується водопоглинання - вода, бруд і хімічні речовини вбираються повільніше, збільшується морозостійкість, збільшується міцність бетону на вигин.

Переваги армування бетону фіброю наведені в таблиці 5.

Таблиця 5

**Переваги при армуванні бетону фіброю**

Волокно	Густина, г/см <sup>3</sup>	Модуль пружності, ГПа	Міцність на розтяг, МПа	Подовження при розриві, %
Поліпропіленове	0,9	3,5–8	350–700	10–25
Поліефірне	1,4	8,4–8,6	730–780	11–13

**Висновки.** В лабораторних умовах були зроблені армуючі зразки фібри з бетоном. В якості наповнюючих волокон було використано поліпропілен та поліетилентерефталат. Були визначені фізико-механічні показники отриманих зразків та їх адгезійні властивості до бетону. Встановлено, що введення фібро наповнювача в бетон дає тримірне зміцнення, підвищується міцність на розтяг і вигин.

Список використаної літератури

1. Армированные волокнами вяжущие композиционные материалы: вклад полиамидных волокон. [Електронний ресурс]. - Режим доступу : [www.trotuar.ru/forms/dobavki/fibra2.shtml](http://www.trotuar.ru/forms/dobavki/fibra2.shtml)
2. Композиционные материалы на основе вяжущих / А. С. Куртаев, С. Т. Сулейменов, З. А. Естемесов [и др.]. – К.: АН УССР ИПМ, 1991. – 21 с.

3. Деревянко В. Н. Дисперсно-армированные растворы для устройства стяжек полов / В. Н. Деревянко, Л. В. Саламаха // Строительство, материаловедение, машиностроение : сб. науч. трудов. – 2009. – С. 14-19.

4. Конструкційні матеріали нового покоління та технології їх впровадження в будівництво / Р. Ф. Рунова, В. І. Гоц, М. А. Саницький [та ін.]. – К.: УВПК „ЕксОб”, 2008. – 360 с.

5. Базанов С.М. Улучшение качества бетона на основе использования смешанных видов волокон [Текст] / С. М. Базанов, М.В. Торопова

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ФИБРОБЕТОНА

ТРОФИМОВ А.А., САВЧЕНКО Б.М.

*Киевский национальный университет технологий и дизайна*

**Цель.** Разработка наполнителя фибро бетона, адгезионные свойства полиэтилентерефталата и полипропилена к бетону.

**Методика.** Определение физико-механических показателей, адгезия к бетону.

**Результаты.** Проанализированы результаты исследований некоторых физико-механических свойств. Изготовлено и исследованы свойства армирующих материалов на основе полипропилена и полиэтилентерефталата.

**Научная новизна.** Показана возможность создания фиброволокон, которые могут иметь заданные эксплуатационные характеристики. Определено, что армирования бетона на основе полиэтилентерефталату, лучше, чем на основе полипропиленовых волокон.

**Практическая значимость.** Показано, что созданные композиты могут быть использованы на практике в качестве наполнителей для бетона.

**Ключевые слова:** *фибробетон, полипропилен, полиэтилентерефталат, адгезия, долговечность, прочность.*

## DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF OBTAINING FIBRO CONCRETE

TROFIMOV A., SAVCHENKO B.

*Kyiv National University of Technologies and Design*

**Purpose.** Development of fiber filler concrete adhesive properties of polyethylene terephthalate and polypropylene for concrete.

**Methods.** determination of physical and mechanical properties, adhesion to concrete.

**Findings.** The results of investigations of some physical and mechanical properties. Manufactured and investigated the properties of reinforcing materials based on polypropylene and of polyethylene terephthalate.

**Originality.** The possibility of creating fiber fibers may be specified performance. Determined that the concrete reinforcement based polyethylenterephthalate better than on the basis of polypropylene fibers.

**Practical value.** It is shown that created composites can be used in practice as fillers for concrete.

**Keywords:** *fibro concrete polypropylene, polyethylene terephthalate, adhesion, durability, strength.*