

doi.org/10.29295/2311-7257-2018-101-3-142-147

УДК 614.842

Цапко Ю.В.^{1,2}, Бондаренко О.П.¹, Цапко О.Ю.¹, Вербицька О.О.¹

¹Науково-дослідний інститут в'язучих речовин і матеріалів ім. В. Д. Глуховського,

Київський національний університет будівництва і архітектури

(Повітрофлотський просп., 31, Київ, 03037; e-mail: bondolya3@gmail.com, alekseysapko@gmail.com,

olgaverbitska97@gmail.com; orcid.org/0000-0001-9118-6872, orcid.org/0000-0002-8164-6473,

orcid.org/0000-0003-2298-068X, orcid.org/0000-0003-2708-2045)

²Національний університет біоресурсів і природокористування України

(вул. Героїв Оборони, 12в, м. Київ, 03041; e-mail: juriyts@ukr.net; orcid.org/0000-0001-9118-6872)

ВОГНЕЗАХИСТ ВИРОБІВ З ОЧЕРЕТУ ІНТУМЕСЦЕНТНИМ ПОКРИТТЯМ

Наведено результати експериментальних досліджень щодо ефективності вогнебіозахисту виробів з очерету. Проведеними дослідженнями з визначення пожежонебезпечних властивостей очерету встановлено загорання необробленого зразка, натомість для вогнезахищеного – процес займання та поширення полум'я не відбувся. Гальмування процесу займання та поширення полум'я для такого зразка пов'язане з розкладом антипіренів під дією температури з поглинанням тепла та виділенням негорючих газів (азот, діоксин вуглецю), зміною напрямлення розкладу в сторону утворення негорючих газів і важкогорючого коксового залишку. Це свідчить про можливість переходу очерету при обробленні композицією до матеріалів, які відносяться до помірно займистих та горючих, що не поширюють полум'я поверхню.

Ключові слова: вогнезахист очерету, вогнезахисні покриття, теплопровідність, оброблення поверхні, теплофізичні властивості.

Вступ. В будівництві все більш інтенсивно ведеться пошук нових високоефективних будівельних матеріалів, зокрема, з природної сировини, як очерет. Застосування у будівництві очерету має значну кількість переваг, але потребує захисту від вогню.

Для вогнезахисту будівельних конструкцій з природних горючих матеріалів, наприклад, деревини знайшли широке застосування спеціальні покриття, які при дії високої температури виділяють воду та утворюють на поверхні стійкий шар керамічного матеріалу, але вони не завжди забезпечують вогнестійкість [1]. Тому у останній час набули поширення засоби, що здатні до утворення на поверхні будівельної конструкції теплоізоляційного шару пінококсу, який у значній мірі знижує процеси передачі тепла до матеріалу [2]. Однак, очерет характеризується значною густиною та гідрофобністю і просочення одразу не затримується в матеріалі й стікає з поверхні [3]. Найбільш ефективними вважаються вогнезахисні покриття на неорганічному в'язучому, властивості яких вже досліджені. Але ці матеріали утворюють на поверхні жорстке покриття, яке змінює колір поверхні та під дією атмосфери втрачає адгезію та осипається [4].

Використання композицій з суміші полімерних речовин та антипіренів може підвищити вогнезахист матеріалу за рахунок утворення захисного шару коксу, що дозволить розробити новий тип вогнезахисних засобів для будівельних конструкцій з очерету та перевести його до важкозаймистих матеріалів [5].

Аналіз літературних даних та постановка проблеми. Сучасні методи вогнезахисту включають використання покриттів, що спучуються, які являють собою складні системи органічних і неорганічних компонентів. Матеріали характеризуються високою інтумесцентною здатністю, але не показано механізм утворення коксу, фазові і температурні переходи покриття у пінококс [6].

Ефективність застосування компонентів покриття на основі органічних речовин показана в роботі [7], де за рахунок дії антипіренів на основі поліфосфорних кислот та спінювачів можливо значно впливати на формування захисного шару пінококсу. Однак, постає необхідність дослідження умов утворення бар'єру для тепло- та вологопровідності і встановлення ефективної дії покриття з утворенням захисного шару.

За останні роки із запропонованого напрямку досліджень відомі роботи, що направлені на створення вогнезахисних засобів, які в процесі нагрівання утворюють коксовий

теплоізоляційний шар на поверхні деревини [8-10]. Однак, всі аспекти даного механізму досконало не визначені, тому актуальними залишаються дослідження щодо механізму ефективності вогнезахисту деревини інтумесцентним покриттям.

Метою роботи є дослідження захисту очерету інтумесцентним покриттям і встановлення ефективності вогнезахисту обробленого виробу.

Матеріали і методи досліджень. Для встановлення вогнезахисної ефективності очерету використовували зразки, які оброблювали композицією, що утворює на поверхні тонку безбарвну плівку та здатна під дією високої температури створити на поверхні пінококсовий захисний шар. Така композиція представлена покрівельним просочувальним розчином на основі суміші органічних і неорганічних речовин (суміш карбаміду і фосфорних кислот та природного полімеру). Отриману масу перемішували і наносили на зразок очерету у кількості 47,0...50,0 г/м².

Для дослідження ефективності вогнезахисного матеріалу використовували зразки очерету з наступними середніми розмірами: діаметром до 10 мм і висотою 310 мм, які зв'язували у мати розміром 310x140 мм і обробляли покрівельним просочувальним розчином з витратою 47,1 г/м².

Дослідження з визначення ефективності вогнезахисту очерету проводили за методикою, суть якої полягала у впливі на зразок з очерету радіаційної панелі та його запалювання, вимірюванні температури продуктів горіння та часу її досягнення, часу займання та проходження фронтом полум'я ділянок поверхні, довжини згорілої частини зразка [11].

Визначення пожежонебезпечних властивостей виробів з очерету проводили відповідно до ДБН В.1.1-7 за горючістю [12].

Результати досліджень. Результати досліджень з визначення приросту максимальної температури газоподібних продуктів горіння (Δt , °C) та втрати маси зразків (Δm , %) очерету, проведені у лабораторних умовах, наведено на рис. 1-4 та у табл. 1.

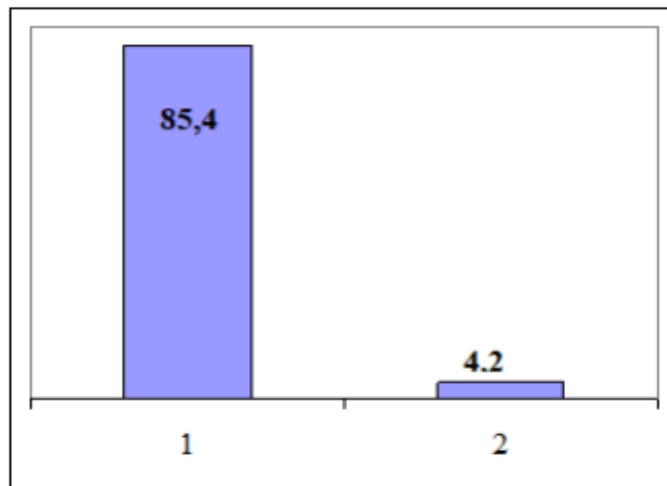


Рис. 1. Динаміка наростання температури димових газів при випробуваннях очерету:
1 – необроблений; 2 – вогнезахисний покриттям просочувальним розчином

Дослідження показали (рис. 1), що очерет відноситься до горючих матеріалів. Так, просочений зразок очерету витримав температурний вплив і відноситься до важкогорючих матеріалів за показником втрати маси. При початковій температурі газоподібних продуктів горіння $T=76$ °C, при дії радіаційної панелі на захищений зразок (крива 2, рис. 1) температура газоподібних продуктів горіння становила $T \leq 120$ °C, а втрата маси не перевищила 4,2 %.

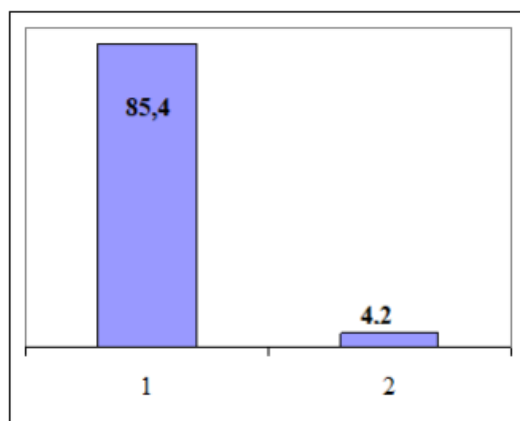


Рис. 2. Результати втрати маси зразків Δm , % очерету: 1 – необроблений; 2 – вогнезахисний покритвельним просочувальним розчином

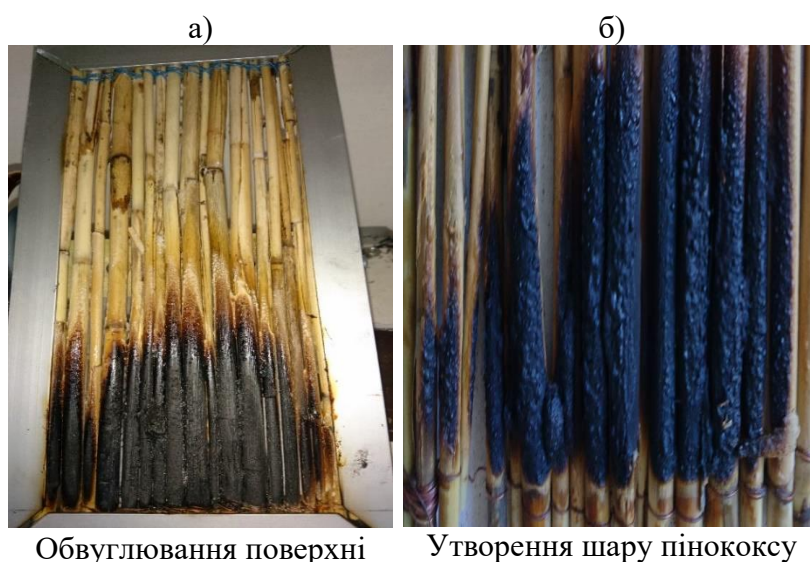


Рис. 3. Результати випробувань процесу займання та поширення полум'я вогнезахисного очерету: а – покритвельним просочувальним розчином; б – спучуючим покриттям

В ході подальших досліджень проведено визначення групи горючості будівельної конструкції з очерету. Під час проведення досліджень визначали температуру димових газів, тривалість самостійного горіння зразків, довжину пошкодження та втрату маси зразків (рис. 4, 5).

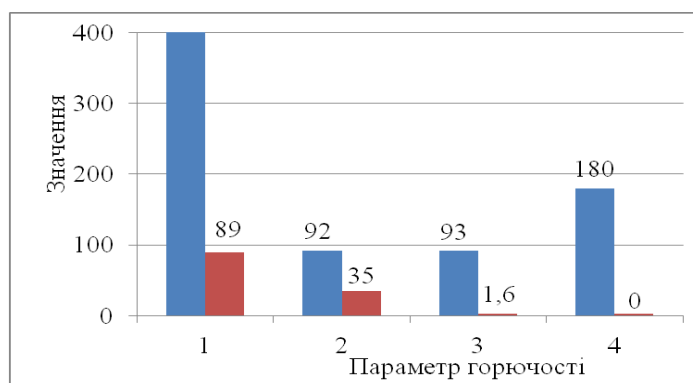


Рис. 4. Визначення групи горючості вогнезахисного очерету згідно з [12]: 1 – температура димових газів (T , °C); 2 – ступінь пошкодження зразків за довжиною (S_L , %); 3 – ступінь пошкодження за масою (S_m , %); 4 – тривалість самостійного горіння (τ , с)

На рис. 5 представлено етапи визначення горючості очерету.

За результатами досліджень встановлено, що вогнезахищені матеріали з очерету відносяться до горючих будівельних матеріалів помірної горючості (Г1), а необроблений класифіковано як будівельний матеріал підвищеної горючості (Г4).

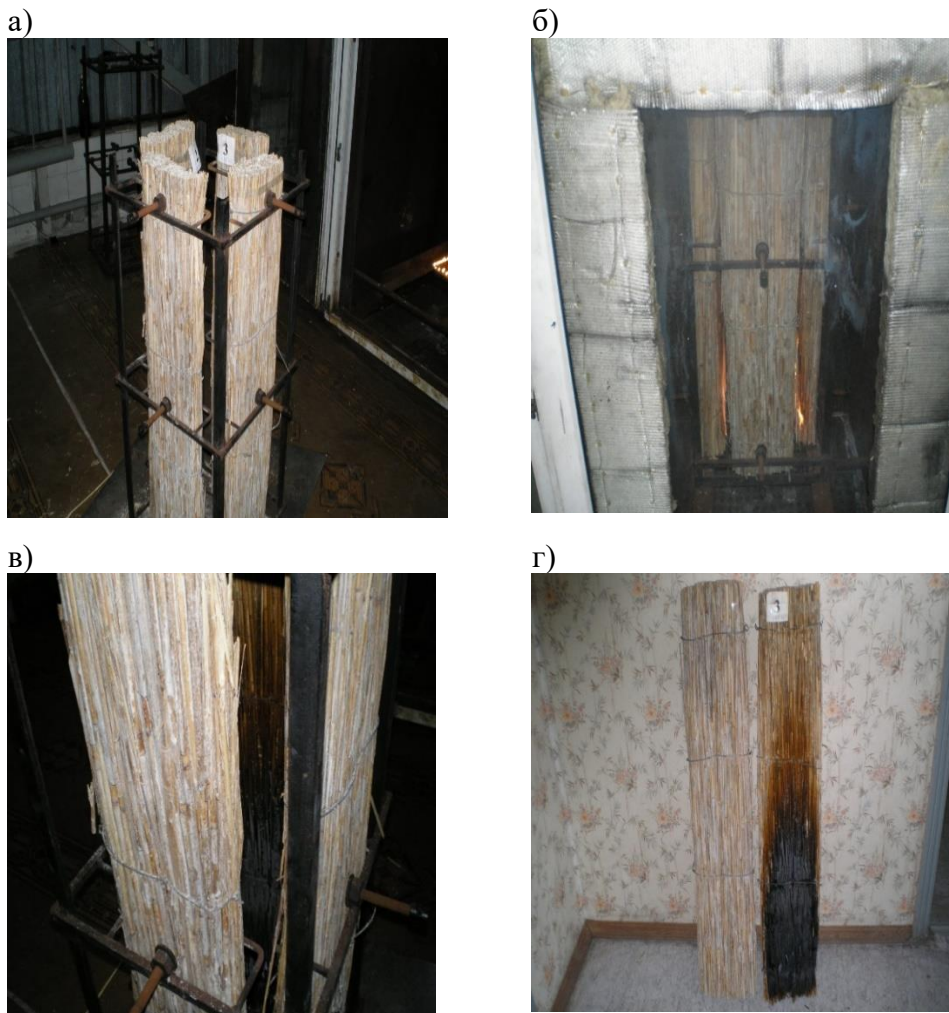


Рис. 5. Етапи визначення групи горючості очерету: а – зразки очерету, б – горіння очерету, в – затухання очерету, г – зразки після випробувань

Розраховано індекс горючості вогнезахищеного очерету (табл. 1).

Таблиця 1. Час проходження фронтом полум'я контрольних точок

Зразок очерету	Температура димових газів, °С		Час займання, с	Час проходження фронтом полум'я ділянок зразка, с									Час досягнення T_{max} , с	Довжина горіння зразка, мм	Індекс горючості
	T_1	T_{max}		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Необроблений	61	323	52	2	8	7	10	6	8	7	6	7	101	294	177,5
Вогнезахищений сумішшю	62	114	595	-	-	-	-	-	-	-	-	-	596	22	0,42

Висновки та перспективи подальших досліджень. Експериментальними дослідженнями з визначення пожежонебезпечних властивостей очерету встановлено загорання необробленого зразка, натомість для вогнезахищеного – процес займання та поширення полум'я не відбувся. Гальмування процесу займання та поширення полум'я для такого зразка пов'язане з розкладом антипіренів під дією температури з поглинанням тепла та виділенням негорючих газів (азот, діоксин вуглецю), зміною напрямлення розкладу в сторону утворення негорючих газів і важкогорючого коксового залишку.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на теоретичне та експериментальне вивчення процесів горіння матеріалів з деревини, а також встановлення взаємозв'язку між складовими і властивостями засобів захисту.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Tsapko Yu., Tsapko A. Establishment of the mechanism and fireproof efficiency of wood treated with an impregnating solution and coatings. *Eastern-European Journal Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 3. №10 (87). P. 50-55.
2. Tsapko Yu., Tsapko A. Modeling a thermal conductivity process under the action of flame on the wall of fireretardant reed. *Eastern-European Journal Enterprise Technologies*. 2018. Vol. 2. №10 (92). P. 50-56.
3. Krivenko P.V., Pushkarjeva E.K., Sukhanovich M.V., Guziy S.G. Fireproof coatings on the basis of alkaline in.p.nium silicate systems. *Developments in Strategic Materials: Ceramic Engineering and Science Proceedings*. 2009. Vol. 29, Issue 10. P. 129-142.
4. Tsapko Yu., Tsapko A., Bondarenko O. Establishment of heat-exchange process regularities at inflammation of reed samples. *Eastern-European Journal Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 1. №10 (97). P. 36-42.
5. [Tsapko Yu., Kyrycyok V., Tsapko A., Bondarenko O., Guzii S.](#) Increase of fire resistance of coating wood with adding mineral fillers. *MATEC Web of Conferences*. 2018. 230. 02034. 6 p. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201823002034>.
6. Анцупов Е.В., Родивилов С.М. Антипирены для пористых материалов. *Пожаровзрывобезопасность*. М.: ВНИИПО, 2011. Вып. 5. С. 25-32.
7. Krüger S., Gregor J., Gluth G., Watolla M-B., Morys M., Häßler D., Schartel B. *Neue Wege: Reaktive Brandschutzbeschichtungen für Extrembedingungen*. 2016. Vol. 93/8. P. 531-542.
8. Carosio F., Kochumalayil J., Cuttica F., Camino G., Berglund L. Oriented clay nanopaper from biobased components mechanisms for superior fire protection properties. *ACS Appl. Mater. Interfaces*. Washington, 2015. Vol. 7 (10). P. 5847-5856.
9. Цапко Ю.В., Киричок В.І., Цапко О.Ю., Бондаренко О.П. Аспекти розроблення вогнезахисної покриттєвої композиції для очерету. *Науковий вісник будівництва*. Харків: ХНУБА, 2018. Т. 94. № 4. С. 134-140. doi: 10.29295/2311-7257-2018-94-4-134-139.
10. Цапко Ю.В., Бондаренко О.П., Цапко О.Ю., Горячев В.О. Обгрунтування теплоізолювальних та вогнестійких властивостей очеретяних матів. *Науковий вісник будівництва*. Харків: ХНУБА, 2019. Т. 97. № 3. С. 93-99. doi: 10.29295/2311-7257-2019-97-3-93-99.
11. Цапко Ю.В., Кривенко П.В. та ін. Спосіб визначення індексу горючості теплоізоляційних будівельних матеріалів. *Патент на корисну модель №129524*. Україна. МПК G01N 25/50 (2006.01). Заявл. 27.06.2018. Опубл. 25.10.2018. Бюл. № 20. 6 с.
12. ДБН В.1.1-7-2002 *Пожарезна безпека об'єктів будівництва*. Київ: Держбуд України, 2003. 41 с.

REFERENCES:

1. Tsapko Yu., Tsapko A. Establishment of the mechanism and fireproof efficiency of wood treated with an impregnating solution and coatings. *Eastern-European Journal Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 3. №10 (87). P. 50-55.
2. Tsapko Yu., Tsapko A. Modeling a thermal conductivity process under the action of flame on the wall of fireretardant reed. *Eastern-European Journal Enterprise Technologies*. 2018. Vol. 2. №10 (92). P. 50-56.
3. Krivenko P.V., Pushkarjeva E.K., Sukhanovich M.V., Guziy S.G. Fireproof coatings on the basis of alkaline in.p.nium silicate systems. *Developments in Strategic Materials: Ceramic Engineering and Science Proceedings*. 2009. Vol. 29, Issue 10. P. 129-142.
4. Tsapko Yu., Tsapko A., Bondarenko O. Establishment of heat-exchange process regularities at inflammation of reed samples. *Eastern-European Journal Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 1. №10 (97). P. 36-42.
5. [Tsapko Yu., Kyrycyok V., Tsapko A., Bondarenko O., Guzii S.](#) Increase of fire resistance of coating wood with adding mineral fillers. *MATEC Web of Conferences*.

2018. 230. 02034. 6 p. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201823002034>.
6. Antsupov E.V., Rodivilov S.M. Antipireny dlya poristyykh materialov. *Pozharovzryvobezopasnost*. M.: VNIPO, 2011. Issue. 5. P. 25-32.
 7. Krüger S., Gregor J., Gluth G., Watolla M-B., Morys M., Häßler D., Schartel B. *Neue Wege: Reaktive Brandschutzbeschichtungen für Extrembedingungen*. 2016. Vol. 93/8. P. 531-542.
 8. Carosio F., Kochumalayil J., Cuttica F., Camino G., Berglund L. Oriented clay nanopaper from biobased components mechanisms for superior fire protection properties. *ACS Appl. Mater. Interfaces*. Washington, 2015. Vol. 7 (10). P. 5847-5856.
 9. Tsapko Yu., Киричок В.І., Tsapko A., Bondarenko O. Aspects of the development of fire-protective roofing composition for the reed. *Scientific Bulletin of Construction*. Kharkiv: KhNUBA, 2018. Vol. 94. Issue 4. P. 134-140. doi: 10.29295/2311-7257-2018-94-4-134-139/
 10. Tsapko Yu., Bondarenko O., Tsapko A., Goryachev V.A. Rationale of thermal insulation and fire properties of steam material. *Scientific Bulletin of Construction*. Kharkiv: KhNUBA, 2019. Vol. 97. Issue 3. P. 93-99. doi: 10.29295/2311-7257-2019-97-3-93-99/
 11. Tsapko YU.V., Kryvenko P.V. ta inshi. Sposib vyznachennya indeksu horyuchosti teploizolyatsiynykh budivel'nykh materialiv. *Patent na korysnu model'* №129524 Ukrayina. MPK G01N 25/50 (2006.01). Zayavl. 27.06.2018. Opubl. 25.10.2018. Byul. № 6.
 12. DBN V.1.1-7-2002 *Pozhezhna bezpeka ob'yektiv budivnytstva*. Kiev: Derzhbud Ukrainy. 2003. 41 p.

Tsapko Yu., Bondarenko O., Tsapko A., Verbytska O. FIRE PROTECTION OF REED PRODUCTS WITH INTUMESCENT COATINGS. The results of experimental studies on the effectiveness of fire protection of reed products are presented. Studies to determine the flammable properties of reeds have shown that the raw sample ignites, but for the flame retardant, the process of ignition and spread of the flame did not occur. Inhibition of the process of ignition and spread of flame for such a sample is associated with the decomposition of flame retardants under the action of temperature with heat absorption and release of non-combustible gases (nitrogen, carbon dioxide), changing the direction of decomposition towards non-combustible gases and flame retardant coke. This indicates the possibility of the cane transition during the treatment of the composition to materials that are moderately flammable and flammable, do not spread the flame on the surface.

Key words: reed fire protection, fire protective coatings, thermal conductivity, surface treatment, thermophysical properties.

doi.org/10.29295/2311-7257-2018-101-3-147-156

УДК 666.972.1

Нікічанов В. В.¹, Чаплянко С. В.²

¹Харківський національний університет будівництва та архітектури
(вул. Сумська 40, Харків, 61002, Україна; e-mail: v_valx7@bigmir.net, <https://orcid.org/0000-0002-5913-1043>)

²ДП «ГИПРОКОКС»
(вул. Сумська 60, Харків, 61002, Україна; e-mail: to@giprokoks.com, <https://orcid.org/0000-0002-0494-141x>)

ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІПРОПІЛЕНУ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ БЕТОНУ

Виконано огляд і аналіз закордонних досліджень, спрямованих на розв'язок питання про застосування пластикових відходів у вигляді поліпропілену в технології виготовлення будівельного розчину й бетонів різного призначення.

Отримані результати свідчать про доцільність, ефективність (технологічну, економічну, екологічну) і перспективність використання поліпропіленових пластикових відходів у технології виготовлення бетонів.

Ключові слова: пластикові відходи, поліпропілен, бетон, водоцементне відношення, розтікання, щільність, міцність.

Вступ: Дана стаття є продовженням статей із аналізу закордонних досліджень [1-3], спрямованих на розв'язок питання застосування різних видів (за хімічним складом) пластикових відходів у технології виготовлення бетону різного призначення.